

Petri Rantanen

Kovahitsausautomaatin mekaniikkasuunnittelu

Opinnäytetyö

Kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Teknillinen mekaniikka

Tekijä: Petri Rantanen

Työn nimi: Kovahitsausautomaatin mekaniikkasuunnittelu

Ohjaaja: Jukka Aarnio

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 59

Liitteiden lukumäärä: 3

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on REMU Oy. Yrityksen tuoteryhmään kuuluvat kelluvat kaivinkoneet, seula-asemat ja seulakauhat. Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää laite, jonka avulla saadaan automatisoitua seulakauhoissa olevien teräpakkojen kovahitsaus.

Työn teoriaosuudessa käydään läpi tuotekehitystä sekä koneturvallisuutta. Työssä käydään läpi myös suunniteltavan laitteen tarpeet ja vaaditut ominaisuudet sekä lisäksi esitellään suunnitelma laitteen mekaanisesta toteutuksesta.

Liikkeelle lähdetään tunnistamalla laitteen tarpeet ja halutut vaatimukset. Seuraavaksi etsitään toimivat komponentit, joilla saadaan laite toimimaan tarvittavalla tavalla. Tämän jälkeen perehdytään tarkemmin laitteen mekaanisiin ratkaisuihin huomioiden komponenttien vaatimukset ja tekniset rajoitteet. Tuotekehityksen ja koneturvallisuuden jälkeen perehdytään itse varsinaiseen suunnitteluun teoriaa soveltaen. Työssä käytettävä suunnitteluohjelma on Autodesk Inventor.

Laitteen rakenteen suunnittelu voidaan jakaa karkeasti kahteen vaiheeseen, jotka ovat konseptisuunnitteluvaiheessa tehty komponenttien tutkiminen ja niiden valinta sekä laitteen mekaanisen ratkaisun suunnittelu näiden pohjalta.

Työn tuloksena saadaan mallinnettua laite, jonka pohjalta tehdään valmistuskuvat. Mallin ja piirustusten pohjalta yritys voi jatkaa automatiikan suunnitteluun sekä varsinaiseen valmistukseen.

Avainsanat: teräpakka, tuotekehitys, koneturvallisuus, mekaaninen suunnittelu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Petri Rantanen

Title of thesis: Mechanical design of hardfacing machine

Supervisor: Jukka Aarnio

Year: 2012

Number of pages: 59

Number of appendices: 3

The commissioner of this thesis is REMU Oy. The company product category includes floating excavators, screening stations and screening buckets. The goal is to develop a device which enables automating hardfacing of the blade decks in the screening buckets.

In the theoretical part we go through the product development and machinery safety. The thesis examines the planned requirements of the device and the required characteristics and also presents the plan of the implementation of a mechanical device.

We start with identifying the requirements of the device and the desired requirements. Next we locate the active components which make the device to operate in the way needed. After this a closer look is taken to mechanical solutions, taking into account the component requirements and technical constraints. The product development and the safety of the machinery shares following the theory focuses on the actual design of the theory in application. The program used in the design is the Autodesk Inventor.

The device structure design can be roughly divided into two phases, which are the components of the design concept for the study and mechanical design solutions.

As a result, the device can be accurately modeled as a basis for the manufacture images. Based on this model and drawings the company can continue the automatic designing to the actual manufacturing.

Keywords: blade deck, research and development, safety of machinery, mechanical design

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	7
Käytetyt termit ja lyhenteet	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tausta	9
1.2 Työn tavoitteet.....	10
1.3 Työn toteutus	10
1.4 REMU	10
1.5 REMU-tuotteet	11
1.5.1 REMU Big Float -kaivinkoneet	11
1.5.2 REMU-seulakauhat.....	11
1.5.3 REMU Combi -seulonta-asetat	12
1.6 Valmistus	13
2 TUOTEKEHITYS	14
2.1 Yleistä tuotekehityksestä.....	14
2.2 Tuotekehityksen vaiheistus	15
2.3 Konseptisuunnittelu.....	15
2.3.1 Asiakastarpeiden tunnistus	16
2.3.2 Tuotespesifikaation määrittely.....	17
2.3.3 Tuotekonseptin luonti	18
2.3.4 Konseptin valinta.....	20
2.4 Kokonaisuuden suunnittelu eli layout-suunnittelu.....	21
2.5 Teollinen muotoilu	22
2.5.1 Teollisen muotoilun tärkeys.....	22
2.6 Yksityiskohtien suunnittelu eli detaljisuunnittelu	23
2.7 Valmistusystävällinen suunnittelu.....	23
2.7.1 DFMA.....	25
2.7.2 DFM	25

2.7.3 Inventor	26
3 KONETURVALLISUUS	28
3.1 Koneita koskevat säädökset	28
3.1.1 Konedirektiivi.....	28
3.2 Koneiden riskien arviointi ja hallinta	29
3.2.1 Riskien arvioinnin prosessi.....	29
3.2.2 Koneen ominaisuuksien määrittely	29
3.2.3 Vaaratekijöiden tunnistaminen	30
3.2.4 Riskin suuruuden arviointi	30
3.2.5 Riskin hyväksyttävyyden arviointi.....	31
3.2.6 Toimenpiteet riskien välttämiseksi	32
3.3 Turvalaitteet sekä turvatoiminnot	33
3.4 Koneen ja ihmisen yhteistoiminta.....	34
3.5 Koneen ulkoinen rakenne	35
3.6 Laitteeseen liittyvät standardit.....	35
4 UUDEN LAITTEEN SUUNNITTELU	37
4.1 Asiakastarpeet	37
4.2 Laitteen vaatimukset	37
4.3 Tuotespesifikaatiot	38
4.4 Tuotekonsepti.....	39
4.5 Komponenttien valinta.....	40
4.6 Toimintaperiaate	41
4.6.1 Sivuttaisliike	41
4.6.2 Poikittainen liike	43
4.6.3 Vaaputusliike.....	43
4.7 Laitteessa käytettävät komponentit	45
4.7.1 Kuularuuvi	45
4.7.2 Lineaarijohde	46
4.7.3 Karamoottori	46
4.7.4 Laakerointi	47
4.8 Runko.....	47
4.9 Laitteen suojaus ja vaaratekijöiden tunnistaminen	48
4.10 Läpimenoaika.....	51

5	KOKOONPANO JA KOKONAISUUS	52
5.1	Pääkoonpano	52
5.2	Valmistuskuvien teko	53
5.3	Käytettävä materiaali.....	53
6	YHTEENVETO.....	54
	LÄHTEET	55
	LIITTEET	57

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Hitsari työssään.	9
Kuvio 2. Big float kelluva kaivinkone.	11
Kuvio 3. REMU EX 140 -seulakauha.	12
Kuvio 4. Combi -seula-asema toiminnassaan.	11
Kuvio 5. Tuotekehityksen eteneminen Ulrich & Eppingerin mukaan.	12
Kuvio 6. Konseptisuunnittelu.	11
Kuvio 7. Viisiportainen konseptin luotimenettely.	12
Kuvio 8. Kaavio valmistusystävällisestä suunnittelusta.	11
Kuvio 9. Riskien arviointi todennäköisyyden perusteella.	312
Kuvio 10. Riskin seurausten arviointia taulukon mukaan.	32
Kuvio 11. Kaavio riskien toimenpiteistä.	33
Kuvio 12. Turvatoimintojen ja turvalaitteiden valintaprosessin kaava.	34
Kuvio 13. Laitteelle vaadittavat liikkeet.	38
Kuvio 14. Kokoonpanokuva seulakauhan teräpakasta.	38
Kuvio 15. Kuularuuvin mutteri kiinnitettynä kelkkaan, jolloin kelkka saadaan sivuttaissuuntaiseen liikkeeseen.	42
Kuvio 16. Linearijohde kiinnitettynä HEA-palkin alapinnalle.	42
Kuvio 17. Karamoottori työntää lineaarijohteiden päällä olevaa hitsauspäätä edestakaisin.	43
Kuvio 18. Karamoottori työntää lineaarijohteiden päällä olevaa hitsauspäätä edestakaisin.	44
Kuvio 19. Karamoottorin lineaarisesta liikkeestä saadaan aikaan kallistusliike.	45
Kuvio 20. Runkorakenne, joka muodostuu neliöputkipalkista sekä HEA-palkista.	48
Kuvio 21. Kelkan toimilaitteet suojattuna.	49
Kuvio 22. Pääkokoonpano.	52
Taulukko 1. Tuotespesifikaatiot.	39
Taulukko 2. Tavoitespesifikaatiot jaettuna vähimmäisvaatimukseen ja ihanne tilanteisiin.	39

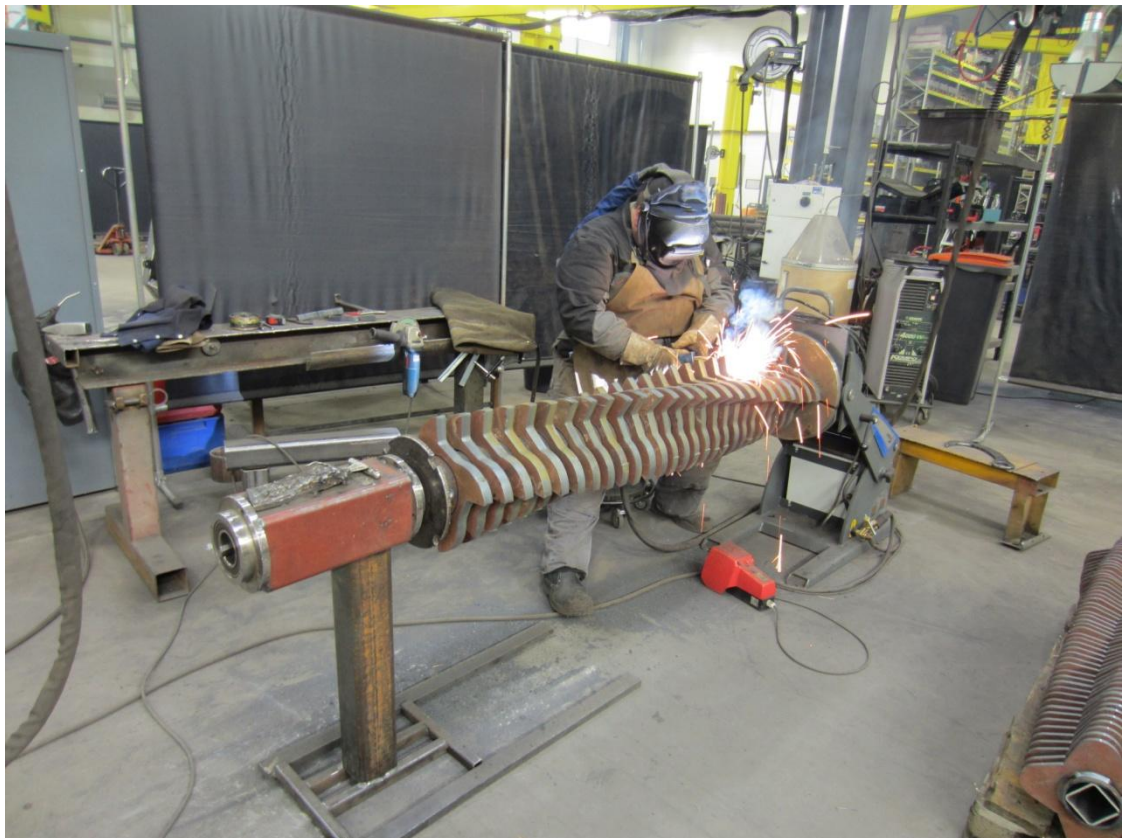
Käytetyt termit ja lyhenteet

HEA-palkki	Teräksinen HEA-tyypin leveälaippainen I-palkki, jota käytetään rakenteissa pilareina ja pääkannatinpalkkeina.
Karamoottori	Sähkömekaaninen lineaaritoimilaite.
Konstruktori	Koneensuunnittelija.
Kovahitsaus	Hitsausmenetelmä, jossa perusainetta kovempaa lisäainetta hitsataan pinnoitteeksi lisäämään perusaineen kulumuskestävyyttä.
Kuularuuvi	Rakenneosaa, jolla saadaan aikaan lineaariliikettä. Kuularuuvin periaatteena on muuttaa pyörimisliike suoraviivaiseksi liikkeeksi.
Linearijohde	Linearijohde koostuu profiilijohteesta ja kelkasta. Kelkka liikkuu johteen päällä lineaarisesti.
REMU Oy	REMU Oy on seulakauhojen, seula-asemien sekä kelluvien kaivinkoneiden valmistaja.
Teräpakka	Seulakauhassa pyörivä osa, jonka muodostavat terälaput sekä akselina toimiva teräputki.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

REMU Oy:llä oli tarve kehittää tuotantoa. Lähtötilanne tuotannossa on, että teräpakkojen kovahitsaus suoritetaan manuaalisesti (Kuvio 1). Teräpakkojen kovahitsaus on yksitoikkoista ja aikaa vievää työtä, joten tähän on tarkoitus suunnitella laite, jonka avulla kovahitsausprosessi suoritetaan. Yhden 2,2 metrin teräpakan kovahitsaukseen kuluu aikaa keskimääräisesti 2,5 h. Hitsarilla on apuna käsittelypöytä, jonka avulla hitsattava kappale pyörii. Käytettävää käsittelypöytää on tarkoitus hyödyntää myös tässä projektissa. Lisäksi laitteessa on tarkoitus käyttää tuotannossa käytettävää hitsauskalustoa, jonka hitsauspoltin on kiinnitettävissä kovahitsausautomaattiin.



Kuvio 1. Hitsari työssään.

1.2 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella REMU Oy:lle laite, jonka avulla automatisoidaan seulakauhojen teräpakkojen kovahitsaus. Kovahitsausta tehdään seulonnassa teräpakkoihin kohdistuvan kulumisen vähentämiseksi. Tuotekehitys ja suunnitteluprojektin lähtökohtana ovat laitteen vaatimusten tunnistaminen tuotteen valmistuksessa sekä tuotannossa olevan käsinhitsauslaitteiston hyödyntämistä kehitettävässä laitteessa. Työ sisältää laitteen mekaniikkasuunnittelun. Kehitettävän laitteen mallista tehdään valmistuskuvat, joiden pohjalta tapahtuu valmistus ja automatiikan suunnittelu.

1.3 Työn toteutus

Laitteen vaatimusten pohjalta etsitään ratkaisut, joilla saadaan toteutettua halutut liikkeet. Valittujen komponenttien jälkeen voidaan siirtyä itse tarkempaan suunnitteluun. Suunnitteluohjelmanä toimii Autodesk Inventor 2011. Suunnittelun jälkeen tehdään valmistuskuvat, joiden pohjalta yritys voi jatkaa automaatiosuunnittelua sekä edetä laitteen valmistukseen.

1.4 REMU

REMU Oy on Etelä-Pohjanmaalla Ähtärissä sijaitseva yritys, joka on vuosien mittaan kehittynyt ja kasvanut metalliteollisuuden alihankintaa tekevästä pajasta globaaliksi toimittajaksi. REMU Oy:n vahvuutena ovat innovatiiviset tuotteet ja asiantuntijuus. REMU Oy:n tuoteryhmään kuuluvat Big Float kelluvat kaivinkoneet, seulakauhat ja St Combi -seulonta-asemat. Tänä päivänä REMU Oy on aktiivinen ja kasvuhaluinen yritys, joka hakee kasvua markkina-alueita laajentamalla. Lisäksi tuotteiden kehitystyötä jatketaan, mutta halutun kasvun saavuttamiseksi yrityksessä työskennellään myös markkinoinnin ja tuotannonohjausjärjestelmien kehittämiseksi. Intensiivisten kasvuponnisteluiden ohella ei kuitenkaan tulla tinkimään laadukkaista tuotteista sekä yksilöllisestä asiakaspalvelusta. (REMU Oy, [Viitattu 17.1.2012].)

1.5 REMU-tuotteet

1.5.1 REMU Big Float -kaivinkoneet

REMU:n Big Float -kelluvat kaivinkoneet (Kuvio 2) mahdollistavat rantojen ruoppauksen, vesiliikenteen väylien rakentamisen sekä soiden ja rämeikköjen kunnostamisen. Big Float on varustettu kahdella ponttoonilla, jossa on samantyyppinen telasto kuin vakiokoneissa. Ponttoonien kantavuus vedessä varmistaa koneen liikkuvuuden niin pehmeillä soilla kuin vedessäkin. Maailmanlaajuisesti patentoidun (EP 1727687, US 7,588,106) konstruktion ansiosta kuljettaja voi siirtää ponttoonit hydraulisynterillä lähelle toisiaan lavetille ajoa ja maantiekuljetusta varten. Ponttoneiden sivulle on Big Float -koneisiin on mahdollisuus kiinnittää lisäponttoonit ja niissä olevat hydraulikkatoimiset ankkurijalat. (REMU Oy, [Viitattu 17.1.2012].)



Kuvio 2. Big float kelluva kaivinkone.

1.5.2 REMU-seulakauhat

REMU-seulakauhat (Kuvio 3) erottelevat hienomman ja karkeamman maa-aineksen toisistaan. Seulojen toiminta perustuu pyöriviin teriin ja puhdistuskammioihin, joiden ansiosta seula ei tukkeudu. Terien muotoilun ansiosta seulottava materiaali liikkuu useita senttimetrejä ylös ja alas, joten tällöin hieno maa-aines tyhjentyy seulan läpi. Erilaisten terien valinnalla mahdollistetaan tiettyjen materiaalien

seulonta sekä murskaus. Seulakauhat ovat monipuolisia työvälineitä, joita käytetään ruokamullan valmistukseen, kaivantojen täyttämiseen, teollisuus materiaalien seulomiseen, jätteiden käsittelyyn sekä turpeen seulontaan. REMU-seulojen ansiosta minimoidaan materiaalikustannukset sekä vähennetään työvaiheita ja kuljetuskustannuksia. Rakenteeltaan vahvempien murskaavien seulojen avulla mahdollistetaan teurastusjätteiden sekä ruoho- ja juuripaakkujen murskaus. (REMU Suomi 21.9.2009.)



Kuvio 3. REMU EX 140 -seulakauha.

1.5.3 REMU Combi -seulonta-asetat

REMU:n Combi (Kuvio 4) on ruokamullan seulontaan suunniteltu seulonta-asema, jota kestävä rakenteen ansiosta käytetään yhä enemmän myös vaikeiden materiaalien erotteluun. Combilla voidaan seuloa jätteitä, kompostia, savea ja muita maa-aineksia. Tämän rakenne on vuosien suunnittelutyön tulosta. Yksinkertaisen ja kestävä rakenteen vuoksi Combi kuuluu seulonta-asettien eliittiin. Combi painaa vain alle 10 000 kg ja se on myös helppo siirtää työmaalta toiseen. Liikuttavuuden mahdollistavat asiakkaan valittavissa olevat alustarakenteet. Eri alustarakenteita ovat maatalouspyörät, tela- ja monipyöräalusta sekä vaihtolavarunko. Combin moottorina toimii John Deeren dieselmoottori neljällä hydraulikkapumpulla. Jokainen toiminto on erotettu omaksi hydraulikkapiirikseen tehokkaan ja yksinkertaisen rakenteen muodostamiseksi. (REMU Suomi 21.9.2009.)



Kuvio 4. Combi -seula-asema toiminnassaan.

1.6 Valmistus

Remu-seulojen historia on pidempi kuin REMU Oy:n. Ensimmäiset REMU-rumpuseulat valmistettiin jo 1980-luvulla. Ähtärissä liiketilat ovat olleet vuodesta 1997 lähtien. Ainutlaatuiset REMU-tuotteet ovat herättäneet kiinnostusta ympäri maailmaa ja niitä myydään Suomen lisäksi eri puolille Eurooppaa ja Venäjää. Vuosien mittaan tuotteista kiinnostuneita vieraita on ollut niin Keniasta kuin Dubaistakin. Lokakuussa 2007 perustettiin tytäryhtiö Floridaan palvelemaan vaativia Amerikan markkinoita. (REMU Oy, [Viitattu 17.1.2012].)

2 TUOTEKEHITYS

Insinöörin oleellinen tehtävä on löytää teknisiin ongelmiin ratkaisuja luonnontieteellisten tietojen avulla sekä toteuttaa ne optimaalisella tavalla kulloistenkin rajoitusten vallitessa. Rajoitukset voivat olla aineellisia, teknisiä sekä taloudellisia. Tällaisessa tehtävässä taitavalla koneensuunnittelijalla (konstruktorilla) on merkittävä ja vastuunalainen asema. Suunnittelijan ideat, asiantuntemus sekä taito vaikuttavat ratkaisevasti tuotteeseen ja sen taloudellisuuteen sekä valmistajan että käyttäjän kannalta. (Pahl & Beitz 1992, 1–2.)

Konstruktorin asema tuotantolaitoksen organisaatiossa saattaa olla hyvinkin erilainen, riippuen vaatimuksista sekä työskentelytavoista. Yrityksen organisoituvat nykyisin yhä useammin tulosvastuullisiin tuoteryhmiin, joten yleensä tästä seuraa vastaavan konstruktioalueen suuntaaminen tuoteryhmien vaatimusten mukaisesti. Enimmäkseen funktionaalinen eli toiminnon mukainen jaottelu on jäämässä pois. Funktionaalista jaottelua ovat esimerkiksi jaottelu puhtaan koneenrakennukseen perustuen, hydrauliiikan ja tuotealoittain erikoistuneen sähkötekniikan vaatimuksiin perustuen. (Pahl & Beitz 1992, 1–2.)

2.1 Yleistä tuotekehityksestä

Tuotekehityksen tavoitteena on uudistaa tuote, tuotevalikoima tai koko liiketoiminta. Eli toisin sanoen tarkoituksena on parempi tuloksentelekyky. Menestys tuotekehityksessä edellyttää, että on osattava tehdä oikeita valintoja, oikealla tavalla ja oikeaan aikaan. Tuotekehityksen ohjaukseen on kehitetty erilaisia menetelmiä, joita ovat tuoteprosessit, kehitysstrategia, roadmapit, projektinhallinta sekä poikki-funktionaaliset tiimit. Näiden lisäksi tarvitsee sovittaa tuotekehitysprojektien kokonaisuus yhteen strategian kanssa sekä priorisoida projektit keskenään strategian mukaisesti ja varmistaa kokonaistavoitteiden toteutuminen tasapainoisella resursoinnilla. (Martinsuo & Aalto 2003, 6.)

2.2 Tuotekehityksen vaiheistus

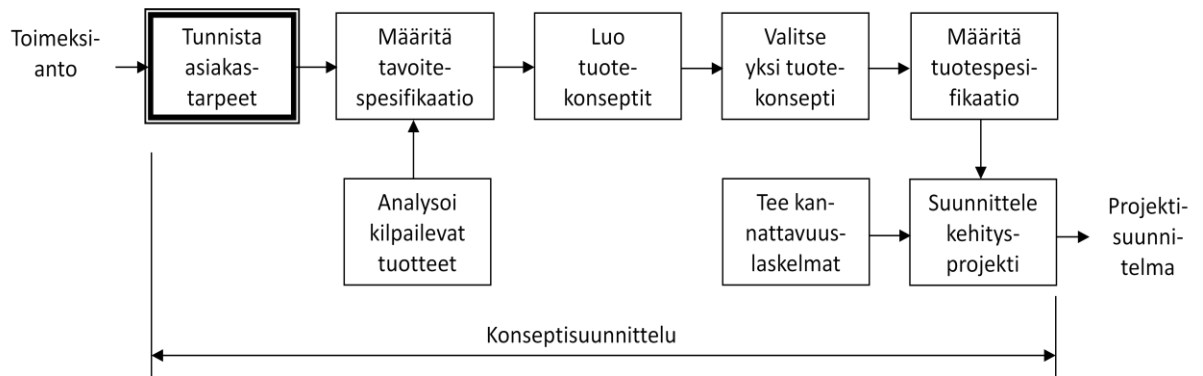
Ulrich ja Eppinger (2000) esittävät mallin (Kuvio 5) tuotekehityksen etenemiselle, mikä on yksi tapa kuvata tuotekehitysprosessia. Mallin mukaan tuotekehitys alkaa suunnittelusta ja jatkuu konseptin kehityksellä niin pitkälle, että voidaan aloittaa järjestelmätason kehitys. Yksityiskohtien suunnitteluun siirrytään kokonaiskuvan ollessa selvillä. Tuotteen ensimmäisen version ollessa valmis se testataan ja tehdään mahdolliset parannukset ja muutokset. Viimeisessä vaiheessa tuote on valmis ja tuotantokapasiteetti pystytetään sekä otetaan käyttöön (tuotannon ramp-up). Oheiset vaiheet antavat hyvät yleiset suuntaviivat tuotekehitykselle. (Martinsuo, Aalto & Artto 2003, 36.)



Kuvio 5. Tuotekehityksen eteneminen Ulrich & Eppingerin mukaan. (Ulrich & Eppingeri 1995, 9.)

2.3 Konseptisuunnittelu

Konseptisuunnittelu vaiheessa (Kuvio 6) tunnistetaan kohdemarkkinoiden tarpeet, luodaan ja arvioidaan vaihtoehtoiset tuotekonseptit sekä valitaan yksi tuotekonsepti edelleen kehitettäväksi. Konsepti tarkoittaa tuotteen muodon, ominaisuuksien sekä toimintojen kuvausta.



Kuvio 6. Konseptisuunnittelu. (Ulrich & Eppinger 1995, 18.)

2.3.1 Asiakastarpeiden tunnistus

Asiakastarpeiden tunnistus on erittäin tärkeää nykyisillä kasvavilla markkinoilla. Tämän projektin laitteen kehitys ja tarve lähtivät liikkeelle yrityksen tuotannon kehittämisen tarpeesta. Laitteeseen tarvittavien ominaisuuksien tunnistus on lähtökohtaisesti ensimmäisiä askeleita suunniteltavan laitteen kannalta. Keskeisiä asiakastarpeiden tunnistamisen tavoitteita ovat:

- varmistaa tuotteen fokusointi asiakkaan tarpeisiin nähden
- tunnistaa sekä näkyvät että piilossa olevat asiakastarpeet
- hankkia faktapohja tuotteen spesifikaation perusteelle
- luoda tuoteprosessin prioriteettilista asiakastarpeille
- varmistaa kaikkien kriittisten asiakastarpeiden huomiointi
- kehittää asiakastarpeille yhteinen ymmärryspohja koko kehitystiimin kanssa. (Ulrich & Eppinger 1995, 34.)

Johdonmukaisen etenemisen kannalta asiakastarpeiden tunnistus voidaan jakaa kuuteen seuraavaan askeleeseen:

1. Määrittele tunnistamistyön kohde.
2. Kerää raakatietoa asiakkailta.
3. Tulkkaa raakatieto todellisiksi asiakastarpeiksi.

4. Luokittele asiakastarpeet primäärisiksi ja sekundäärisiksi.
5. Arvioi asiakastarpeille suhteellinen painoarvo.
6. Tutki kriittisesti tuloksia ja prosessia. (Ulrich & Eppinger 1995, 35.)

2.3.2 Tuotespesifikaation määrittely

Tuotespesifikaation määrittelyssä asiakkaiden tarpeet esitetään asiakkaan kielellä. Asiakas ilmaisee yleensä tarpeet subjektiivisesti kertoen viat ja puutteet omasta näkökulmastaan. Tuotteen yksityiskohdat listataan selkeästi esimerkiksi taulukkoon, jossa määritellään asiakkaan toivomien ominaisuuksien tärkeyttä. Spesifikaatiolistassa voidaan esittää myös asiakastarpeet, jotka liittyvät kuhunkin speksiriviin, kuten esimerkiksi kyseessä olevat suureet, yksiköt ja vähimmäisvaatimukset. Laadittuja spesifikaatiolistoja voidaan käyttää ja hyödyntää myös kilpailevien tuotteiden vertailuun. (Ulrich & Eppinger 1995, 54.)

Tuotekehitystiimi laatii spesifikaatiot kahdesti, jolloin aluksi laaditaan tavoite spesifikaatiot ja myöhemmin jalostetut spesifikaatiot. Tavoitespesifikaatiossa esitetään asiakkaat toiveet ja tarpeet, mutta kehitystiimi kuitenkin ensin arvioi toteutettavissa olevat vaatimukset. Teknologian salliessa tietyt rajat voidaan saavuttaa ja jopa ylittää riippuen konseptista. Tässä arvioidaan myös tuotekustannukset. (Ulrich & Eppinger 1995, 56.)

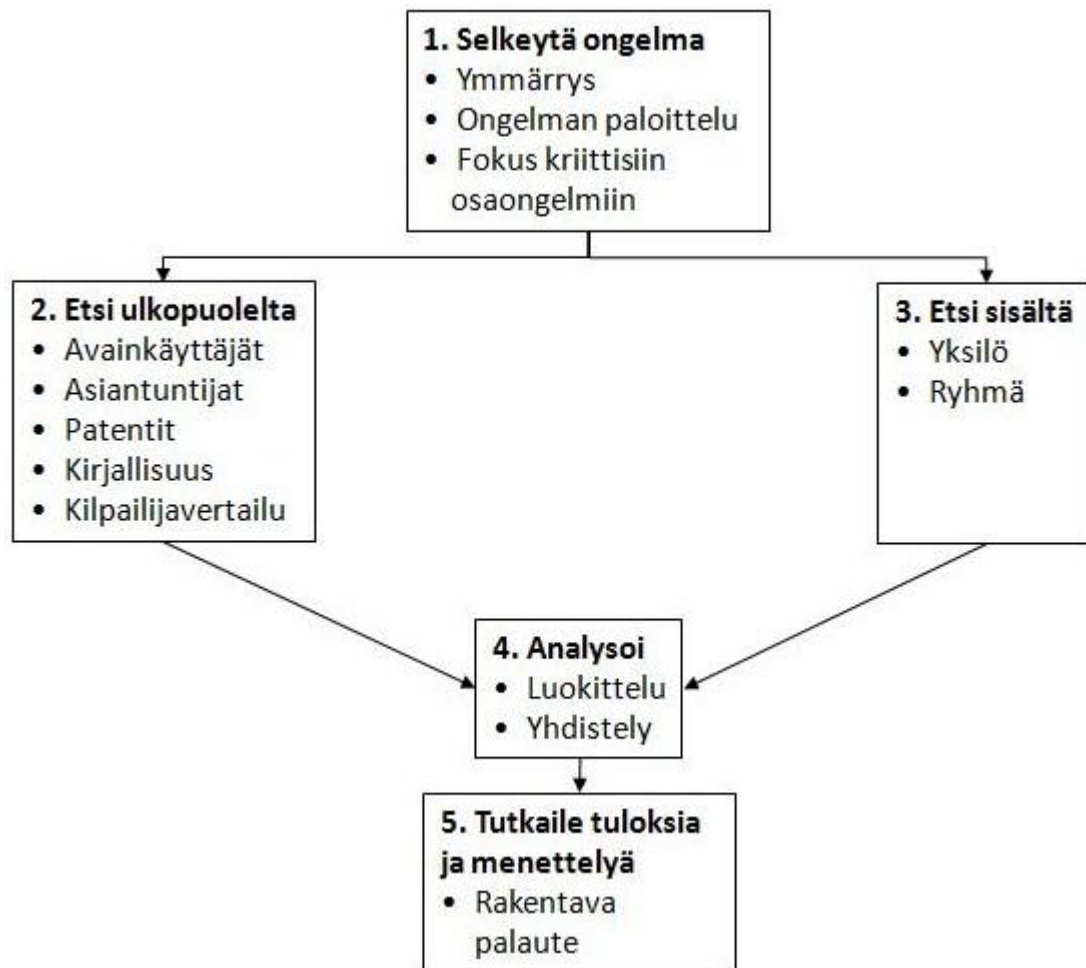
Jalostetut spesifikaatiot luodaan asettamalla todelliset tekniset rajoitteet ja kustannukset hyödyntäen analyyttisiä ja fyysisiä malleja. Jalostettuja spesifikaatioita määriteltäessä tuotekehitystiimi parantee spesifikaatioita sekä joutuu jopa ratkaisemaan vaikeitakin kompromisseja eri ominaisuuksien välillä. (Ulrich & Eppinger 1995, 67.)

2.3.3 Tuotekonseptin luonti

Tuotekonsepteilla kuvataan tuotteen perusteknologiaa, toimintaperiaatteita sekä ulkoista ilmettä. Kuvauksella esitetään kuinka hyvin tyydytetään asiakkaan tarpeet. Tuotekonseptin luonti (Kuvio 7) alkaa asettamalla asiakastarpeet ja tavoitespesifikaatiot. Tämän tuloksena saadaan vaihtoehtoisia tuotekonsepteja, joista tuotekehitystiimi tekee viimeisen valinnan. Konseptit esitetään usein piirustuksina tai suurpiirteisinä 3D-malleina sekä lisäksi lyhyellä tekstikuvauksella. Konseptin tekeminen vie budjetista vähemmän kuin viisi prosenttia ja projektin ajasta vähemmän kuin 15 prosenttia. Koska konseptisuunnittelu vie vähän aikaa ja rahaa sen hyötyyn nähden, se kannattaa tehdä hyvin. Konseptien luontivaiheessa on tärkeää olla monipuolisia persoonia erilaisten ja monipuolisten ideoiden löytämiseksi.

Konseptoinnissa voi tapahtua yleensä myös virheitä. Tyypillisempiä virheitä ovat:

- keskittyminen vain yhteen tai kahteen vaihtoehtoon, jotka usein ovat ryhmän vahvimpien persoonien ehdottamia
- haluttomuus harkita muiden yritysten tai yksilöiden ehdotuksia
- yhden tai kahden henkilön osallistuminen luontiprosessiin, mistä seurauksena muun ryhmän sitoutumisen ja luottamuksen puute
- tehoton osaratkaisuiden käyttäminen
- rajoittunut ratkaisuvaihtoehtojen tarkastelu. (Ulrich & Eppinger 1995, 79.)



Kuvio 7. Viisiportainen konseptin luotimenettely. (Ulrich & Eppinger 1995, 80.)

Oheinen kuvio 7 antaa pohjan tuotekonseptin valinnalle ja tätä kuviota käyttäen tuotekehitystiimit voivat soveltaa omia ongelmanratkaisukykyjään. Vaikka konseptin kehittäminen onkin luovaa työtä, ryhmät käyttävät apunaan jäseneltyjen menetelmien mallia. Kaavan mukainen toimiminen mahdollistaa suunnittelutilan tutkimisen ja vähentää epähuomiointia ratkaisukonseptien kanssa. Kaavio toimii ohjeistuksena myös tiimin jäsenille, joilla on vähemmän kokemusta suunnitteluongelmien ratkaisuisissa. Suoraviivaisessa konseptisuunnittelusta huolimatta eri prosessin vaiheisiin joudutaan palaamaan useaan otteeseen ja toisto on yleistä varsinkin, kun kyseessä on uuden tuotteen suunnittelu. (Ulrich & Eppinger 1995, 80–102.)

2.3.4 Konseptin valinta

Konseptin valinta on prosessi konseptien arviointia asiakastarpeiden ja muiden kriteerien perusteella, heikkouksien ja vahvuuksien vertailua sekä yhden tai useamman konseptin valitsemista seuraaviin tutkimuksiin.

- Kaikki tiimit käyttävät joko suoraa tai epäsuoraa menettelytapaa konseptien valinnassa. Päätökset tekniikoille konseptin valinnassa ovat intuitiivisista lähestymistavoista jäsenneltyihin menetelmiin.
- Onnistunut suunnittelu on helpotettu jäsenneyllä konseptin valinnalla. Suositetaan kaksitasoista prosessia, jotka ovat konseptin esittäminen ja pisteytys. Konseptin esittelyssä ja pisteyttämisessä käytetään referenssikonseptia arvioidakseen konseptien muuttujia valinta kriteereihin.
- Konseptin esittely käyttää karkeaa vertailujärjestelmää rajatakseen tutkittavaa aluetta. Konseptin pisteytys puolestaan käyttää painotettuja valintakriteerejä sekä tarkempaa arvosteluasteikkoa. Jos konseptin esitys tuottaa hallitsevan konseptin, pisteytys voidaan ohittaa.
- Molemmat menettelytavat käyttävät kuuden vaiheen taulukkoa. Nämä kuusi vaihetta ovat:
 1. Valmistele valintataulukko.
 2. Arvostele konseptit.
 3. Järjestä konseptit.
 4. Yhdistele ja parantele konsepteja.
 5. Valitse yksi tai useampi konsepti.
 6. Mieti tuloksia ja prosessia.
- Konseptin valintaa ei sovelleta pelkästään meneillä olevaan konseptikehitykseen vaan myös lisäksi tuleviin suunnittelu- ja kehitysprosesseihin. Konseptinvalinta on ryhmä prosesseja, jotka helpottavat parhaimman konseptin

valinnassa sekä auttaa luomaan ryhmälle yhteisymmärryksen ja luo rekisterin päätöksentekoprosessista. (Ulrich & Eppinger 1995, 122.)

2.4 Kokonaisuuden suunnittelu eli layout-suunnittelu

Tuotteen layout-suunnittelua voidaan kutsua myös tuotteen arkkitehtuuriksi. Tämä tarkoittaa tuotteen kokonaisuutta, jossa sen elementit esitetään fyysisinä moduuleina. Tuotteen modulaarisuus on arkkitehtuurin tärkein ominaisuus. (Ulrich & Eppinger 1995, 131.)

Tuote voidaan ajatella toiminnallisilla ja fyysisinä termeinä. Toiminnalliset elementit ovat yksittäisiä operaatioita ja muutoksia, jotka edistävät tuotteen yleistä suorituskykyä. Ennen kuin toiminnalliset elementit pelkistetään tiettyihin komponentteihin tai fyysisiin toimintaperiaatteisiin, ne kuvataan kaavoilla. Fyysiset elementit ovat osat, osakokoonpanot sekä komponentit. Fyysiset elementit järjestetään tyypillisesti useisiin suurempiin kokoonpanoihin. Näitä kutsutaan myös moduuleiksi, jotka toteuttavat tuotteen toimintoja. (Ulrich & Eppinger 1995, 131–132.)

Arkkitehtuuri voidaan jakaa modulaariseen ja integroituun rakenteeseen. Modulaarisessa arkkitehtuurissa tuotteen moduulit vaikuttavat yhteen tai useampaan toiminnalliseen elementtiin. Eri moduulien keskinäiset toiminnot on kuitenkin selkeästi määriteltyjä, lisäksi ne ovat perusta koko tuotteen perustoiminnoille. Modulaarisen tuotteen etuna pidetään sitä, että kukin moduuli voidaan vaihtaa ilman että joutuu uusimaan suuria määriä komponentteja. Integroidussa arkkitehtuurissa tuotteen toimintoja puolestaan hallitaan useammalla moduulilla. Yksittäisellä moduulilla voidaan vaikuttaa useaan toimintoon. Moduulien väliset toiminnot ovat vaikeasti määriteltävissä ja saattavat aiheuttaa myös satunnaisia vikoja tuotteen perustoiminnoille. (Ulrich & Eppinger 1995, 132–133.)

Modulaaristen rakenteiden valintaan vaikuttavia seikkoja ovat esimerkiksi tekninen parannus, lisävarusteet, huollettavuus ja kulutusosien vaihto, tuotevariaatiot, valmistettavuus, standardikomponenttien käyttö sekä tuotekehityksen hallinta. (Ulrich & Eppinger 1995, 133–134.)

2.5 Teollinen muotoilu

Teollisen muotoilun huomioiminen on tärkeää tuotteen kehityksessä ja suunnittelussa. Teollinen muotoilu IDSA:n (Industrial Designers Society of America) mukaan kehittää ja luo konsepteja ja spesifikaatioita, jotka optimoivat tuotteiden ja järjestelmien toiminnan, arvon ja ulkonäön sekä käyttäjän että valmistajan yhteiseksi hyödyksi. Nykyään teollinen muotoilu on muodostunut itsestään selväksi ja tärkeäksi osaksi tuotekehitysprojektia. Teollinen muotoilu voidaan jakaa Ulrich & Eppingerin mukaan viiteen osa-alueeseen:

- käyttöliittymä: Mahdollisimman helppokäyttöinen, turvallinen sekä jopa intuitiivinen. Ominaisuudet tulisi muotoilla siten, että se viestittää käyttäjälle käyttötavan.
- ulkonäkö: Muodot, värit, mittasuhteet sekä viivat tulee suunnitella siten, että ne miellyttävät käyttäjää.
- huollon helppous: Huollon täytyy olla vaivatonta ja helppoa. Muotoilun ja ulkonäön tulee viestittää sitä, miten tuotetta huolletaan ja korjataan.
- matalat valmistuskustannukset: Muodoilla ja ominaisuuksilla on suuri merkitys työkalu- ja valmistuskustannuksiin. Tämän takia muotoja ja kustannuksia on hyvä pohtia tuotekehitystiimissä.
- kommunikointi: Tuotteen muotoilun tulee viestittää yrityksen arvoja, visioita ja missioita. (Ulrich & Eppinger 1995, 154–158).

2.5.1 Teollisen muotoilun tärkeys

Suurinta osaa valmistettavista tuotteista voidaan parantaa teollisen muotoilun ansiosta. Kaikkien yleisesti nähtävillä olevien tuotteiden teollinen muotoilu vaikuttavat kriittisesti taloudelliseen menestykseen. Teollista muotoilua voidaan arvioida ergonomian ja esteettisyyden perusteella. (Ulrich & Eppinger 1995, 156–157).

Helppokäyttöisyys tärkeys: Tuotteen helppokäyttöisyys voi olla erittäin tärkeää niin usein käytettävillä kuin harvoin käytettävillä laitteilla. Helppokäyttöisyyden vaati-

mus korostuu etenkin monimutkaisilla laitteilla, joissa on erilaisia käyttötapoja sekä toimintaominaisuuksia. Monimutkaiset laitteet voivat täten aiheuttaa käyttäjälle helposti hämmennystä ja turhautumista. (Ulrich & Eppinger 1995, 157).

Huolettavuuden tärkeys: Jos tuotteen huoltoväli on lyhyt, on sen helppo huolletta-
vuus tärkeä ominaisuus. Nykyään kuitenkin pyritään kehittämään laitteita tekniikal-
taan huoltovapaampaan suuntaan, mikä on käyttäjälle mielekkäämpää. (Ulrich &
Eppinger 1995, 157).

Käyttäjätoimintojen määrä: Mitä enemmän käyttäjätoimintoja on tuotteessa sitä
enemmän siinä tarvitaan teollista muotoilua. (Ulrich & Eppinger 1995, 157).

Uuden teknologian tarve käyttäjätoiminnoissa: Jos käyttäjätoiminnot perustuvat
entiseen teknologiaan, on sen kehittäminen suoraviivaista. (Ulrich & Eppinger
1995, 157).

Turvallisuusongelmat: Kaikilla tuotteilla on käyttöön liittyviä turvallisuus huomioita.
Joidenkin tuotteiden turvallisuus vaatimukset aiheuttavat enemmän haasteita tuo-
tekehitystiimille kuin taas toiset tuotteet. (Ulrich & Eppinger 1995, 157).

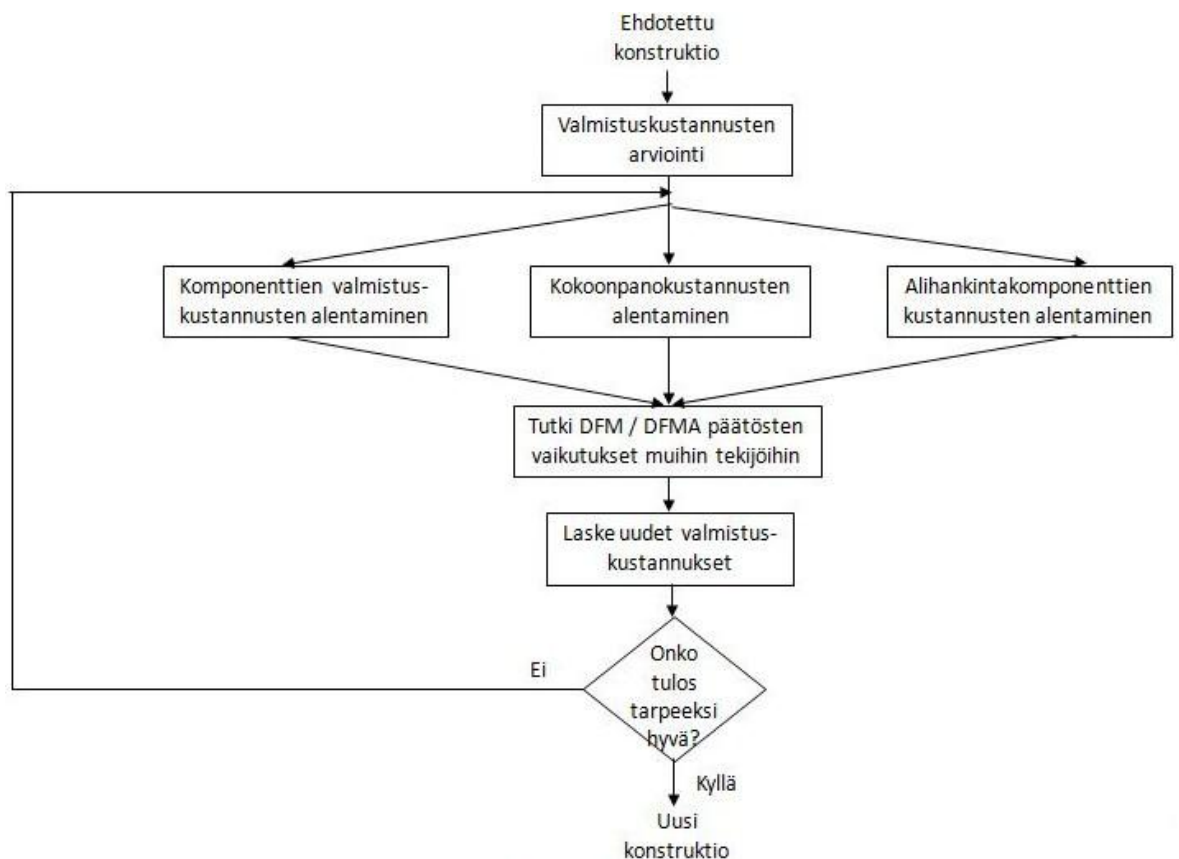
Tärkeimpiä teollisen muotoilun huomioita tämän laitteen osalta ovat ergonomiset
kysymykset kuten, turvallisuus, huollettavuus sekä helppokäyttöisyys. Ulkonäöllii-
set seikat ovat tässä laitteessa toisarvoisia, mutta yksinkertaiseen ja miellyttävään
ulkomuotoon kumminkin pyritään.

2.6 Yksityiskohtien suunnittelu eli detaljisuunnittelu

2.7 Valmistusystävällinen suunnittelu

Suunnitteluprosessin aikana tehdyt päätökset ratkaisevat suurimmaksi osaksi
valmistettavan tuotteen lopulliset kustannukset. Tavanomainen lähestymistapa,
jossa suunnitteluosasto vastaa tuotteiden suunnittelusta ja tuotanto valmistukses-
ta, luo tilanteen, jossa tuotannolliset ongelmat tulevat esiin vasta vastuun siirtyes-
sä tuotannolle. Tämä aiheuttaa uudelleen suunnittelua, pidempää suunnittelu-aikaa

sekä suurempia kokonaiskustannuksia. Valmistusystävällisyys (Kuvio 8) on otettava huomioon jo tuotteen suunnittelussa, joten suunnittelijan avuksi on kehitetty tekniikoita, että suunniteltavista tuotteista saadaan helpommin valmistettavia sekä kokoonpantavia. Tekniikoiden ansiosta nykyään pystytään tekemään halvempia, laadukkaampia sekä luotettavampia tuotteista entistä lyhyemmässä ajassa. (Laakko & Sukuvaara 1998, 184.)



Kuvio 8. Kaavio valmistusystävällisestä suunnittelusta. (Ulrich & Eppinger 1995, 183.)

Prosessia voidaan soveltaa tuotekehitysvaiheessa olevaan prototyyppiin tai tuotannossa olevaan tuotteeseen, jota prosessin mittaan yritetään parantaa ja tavoitella kohti edullisinta kokonaisratkaisua. Menetelmä on luonteeltaan iteratiivinen, joten prosessia käydään uudelleen läpi, kunnes ollaan tyytyväisiä lopputulokseen. Prosessin ensimmäisessä vaiheessa arvioidaan konstruktion valmistuskustannukset ja luodaan vertailukohta parannusehdotuksille. (Laakko & Sukuvaara 1998, 185.)

2.7.1 DFMA

DFMA (Design for Manufacturing and Assembly) eli valmistus- ja kokoonpanoystävällinen suunnittelu, jolla pyritään mahdollisimman edulliseen konstruktion, jossa tuotteen muita ominaisuuksia ei ole kumminkaan unohdettu. Menetelmä on osa yksityiskohtaista eli detaljisuunnittelua, kun konstruktiolle etsitään lopullista optimiratkaisua. (Laakko & Sukuvaara 1998, 184.)

DFMA -suunnittelu sisältää kaksi osittain päällekkäistä osa-aluetta, jotka ovat valmistusystävällinen suunnittelu (DFM) ja kokoonpanoystävällinen suunnittelu (DFA). Mahdollisimman optimaaliseen lopputulokseen pääsemiseksi kummatkin tehtävät kannattaa käsitellä rinnakkain, koska tuotteen ja sen osien valmistettavuuteen sekä kokoonpantavuuteen vaikuttavat usein samat suunnittelupäätökset. (Laakko & Sukuvaara 1998, 185–186.)

DFMA -prosessin tavoitteet voidaan tiivistää seuraaviin perussääntöihin:

- Minimoi sekä osien määrä että kokoonpanossa toisiinsa asemoitavien pintojen määrä.
- Käytä top-down-suunnittelua.
- Helpota osien paikalleen tuomista.
- Maksimoi osien yhteensopivuus ja symmetria.
- Optimoii osien käsiteltävyys.
- Käytä itse lukittuvia osia ja vältä erillisiä lukituselementtejä.
- Käytä modulaarista suunnittelua. (Laakko & Sukuvaara 1998, 188.)

2.7.2 DFM

DFM (Design for Manufacturing) eli valmistusystävällinen suunnittelu pyrkii ottamaan osien valmistettavuuteen vaikuttavat asiat huomioon tuotesuunnittelun aikana. Valmistusprosessin kustannukset voidaan jakaa kolmeen ryhmään, jotka ovat

osien valmistuksesta aiheutuvat kustannukset, kokoonpanosta aiheutuvat kustannukset sekä yrityksen toiminnasta aiheutuvat kustannukset. Kaikkiaan näitä kustannuksia aiheuttavat esimerkiksi raaka-aine, työ, komponentit, työkalut, varastointi, palvelut, energia sekä jätteet. Menettelyn aikana pyritään vähentämään tuotteen osien määriä sekä kokoonpano ja tukiorganisaatiosta aiheutuvia kustannuksia. Parannetun konstruktion valmistuskustannukset arvioidaan uudelleen ja prosessi voidaan toistaa tarvittaessa. (Laakko & Sukuvaara 1998, 186.)

Tuotteen osista aiheutuvien kustannusten minimointi perustuu valmistusprosessin ymmärtämiseen ja standardointiin. Tarpeettoman tiukat toleranssit sekä vaikeita erityistyövaiheita vaativat tarpeettomat yksityiskohdat ovat tyypillisiä valmistusprosessin ymmärtämättömyydestä aiheutuvia kustannuksia. Esimerkiksi piiloon jäävien osien ei tarvitse olla niin viimeistelyjä kuin näkyvien osien. Standardointi on tehokas keino valmistuskustannusten karsimiseksi. Tällä pystytään kasvattamaan sarjoja, käyttämään tehokkaita valmistusmenetelmiä sekä karsimaan työkaluista aiheutuvia kustannuksia. (Laakko & Sukuvaara 1998, 186.)

2.7.3 Inventor

Autodesk Inventor on yksi maailman johtavista 3D-ohjelmistoista. Autodesk Inventor on kattava ja joustava työkalu mekaniikkasuunnitteluun, tuotteiden simulointiin, työkalujen suunnitteluun ja suunnittelutiedon jakamiseen. Inventor ulottaa 3D:n digitaaliseen prototypointiin luomalla tarkan 3D-mallin, jonka avulla voi suunnitella, visualisoida ja simuloida tuotteen ennen valmistusta. (Autodesk Inventor, [viitattu 6.2.2011].)

Tuotantoautomaation ja numeerisen ohjauksen kehitys loivat 1950-luvulla lähtökohdan tuotteen tiedon, aluksi lähinnä geometrian, esittämiseksi tietokoneen ymmärtämässä muodossa. 1960-luvun alussa ensin kehittyivät yksinkertaisen tietokoneavusteisen piirtämisen menetelmät. 1990-luvulla tietokoneavusteinen suunnittelu (CAD) -järjestelmien kehitys on edennyt kiihtyvää vauhtia, mikä on avannut uusia mahdollisuuksia tuotteen CAD-suunnittelulle. (Laakko & Sukuvaara 1998, 7.)

Nykyiset CAD-järjestelmät ovat saavuttaneet kehitystason, jossa tuotteen yksittäisen osan mallinnukseen on käytettävissä kattavasti kolmiulotteisuutta ja tarkkaa reaaliaikaista visualisointia mahdollistavia menetelmiä. Tuotemallin pohjalta suoritetaan erilaisia tehtäviä, kuten esimerkiksi analysointitehtäviä sekä tuotetietojen siirron ja käytön hajauttamista eri sovellusten välillä. Näin ollen useinkaan pelkkä kaksiulotteinen piirustus ei enää riitä, vaan tarvitaan täydellisempiä 3D-malleja. (Laakko & Sukuvaara 1998, 7.)

Nykyään kehityssuuntana on, että pelkän geometrisen tiedon lisäksi järjestelmien täytyy pystyä sisällyttämään tuotteen mallin lisäksi myös erityyppistä ei-geometrista tuotetietoa, joka on tarpeellista sovellusten ja käyttäjien kannalta sekä rinnakkaisen suunnittelun tukemiseksi. Ei-geometrista tuotetietoa ovat esimerkiksi tuotteen paino ja käytettävä materiaali. (Laakko & Sukuvaara 1998, 7–8.)

Tuotteiden elinkaaret ja toimitusajat ovat lyhentyneet, minkä seurauksena ajasta on tullut laadun lisäksi yksi keskeisimmistä kilpailutekijöistä. Nykyään yritykset joutuvat lisääntyvässä määrin huomioimaan tuotetietojen tehokkaampaan käyttöön yrityksen sisällä sekä yritysten välillä. Kehittynyt CAD-suunnittelu edesauttaa ja tukee tuotetietojen systematisointia, uudelleenkäyttöä sekä tiedon saatavuutta. Nämä asiat yhdessä nopeuttavat tuotteen suunnitteluun ja asiakastoimitusprosessiin kuluvaa aikaa sekä parantavat lisäksi suunnittelun laatua ja tehokkuutta. (Laakko & Sukuvaara 1998, 8.)

3 KONETURVALLISUUS

3.1 Koneita koskevat säädökset

Koneen turvallisuusasiat on hyvä ottaa huomioon jo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa suunnittelua. Mitä pidemmälle laitteen suunnittelu tai valmistus on viety sitä vaikeampaa ja kalliimpaa on vaikuttaa turvallisuustekijöihin. Lainsäädännössä edellytetään, että koneen valmistaja ottaa turvallisuuden huomioon jo koneen suunnittelussa. Lähtökohtana on, että laite on suunniteltu niin turvalliseksi, ettei erillisiä turvalaitteita tarvita. Teknisen tehtävän ratkaisuissa insinööri kohtaa monia rajoittavia vaatimuksia, joita kaikkia ei kumminkaan ole täysin mahdollista yhtäaikaaisesti toteuttaa. Sen vuoksi insinööri pyrkii suuntaamaan tavoitteensa kaikkien olemassa olevien vaatimusten optimiin. Joidenkin vaatimusten voimakas painottaminen saattaa olost riippuen vaarantaa kokonaisuuden toteuttamisen. Suuret turvallisuuden vaatimukset saattavat lisätä myös laitteen monimutkaisuutta sekä turvallisuusvaatimus voi olla myös ristiriidassa taloudellisten edellytysten kanssa siten, että annetut taloudelliset resurssit ylittyvät tietyn turvallisuusvaatimusten vuoksi. (Siirilä & Kerttula 2007, 12.)

3.1.1 Konedirektiivi

Koneen suunnittelusta ja rakentamisesta säädetään laissa eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta (1016/2004. Konelaki) sekä valtioneuvoston päätöksessä koneiden turvallisuudesta (1314/1994. Konepäätös). Konedirektiivi on uuden menettelyn mukainen direktiivi (98/37/EY), joka tarkoittaa sellaista direktiiviä, jolla on yhdenmukaistettu kaikkien EU:n jäsenmaiden koneiden turvallisuutta koskevat lait ja asetukset. Direktiivissä lähtökohtana on ollut korkean suojelun taso. Tavoitteena on, että vain turvallisia ja vaatimuksien täyttäviä koneita myydään ja toimitetaan Euroopan Unionin markkinoille. Direktiivissä säädetään työkäyttöön sekä kuluttajien käyttöön tarkoitettujen koneiden turvallisuudesta. Kun valmistaja suunnittelee sekä rakentaa koneensa konedirektiivin tai sitä vastaavan kansallisen

säädöksen mukaisesti, konetta saa vapaasti myydä ja käyttää koko EU:n alueella. (Siirilä & Kerttula 2007, 13.)

3.2 Koneiden riskien arviointi ja hallinta

3.2.1 Riskien arvioinnin prosessi

Koneita suunniteltaessa on otettava huomioon liikkuvien osien aiheuttamat vaarat sekä muut koneisiin liittyvät vaaratekijät. Suunnittelun edetessä myös riskien arviointia päivitetään, joten riskien arviointi sekä hallinta ovat tärkeä osa suunnittelu-prosessia.

Riskien arviointiin ja hallintaan liittyvät seuraavat vaiheet; 1. Koneen ja sen ominaisuuksien määrittely, 2. Vaaratekijöiden tunnistus, 3. Vaaratekijöistä aiheutuvien riskien arviointi, 4. Riskien hyväksyttävyyden arviointi, 5. Koneen suunnittelu siten, liian suuriksi arvioidut riskit poistetaan tai niitä vähennetään riittävästi, 6. Riskien poistamiseen tai vähentämiseen käytettävien toimenpiteiden arviointi sen varmistamiseksi, ettei niistä aiheudu uusia riskejä. (Siirilä & Kerttula 2007, 30–32.)

3.2.2 Koneen ominaisuuksien määrittely

Koneen riskejä arvioitaessa suunniteltavan koneen ominaisuudet määritellään siten, että ominaisuuksiin liittyvät vaaratekijät tunnistetaan. Määritettäviä asioita ovat koneen perustyyppi eli onko kone paikoillaan pysyvä, liikkuva tai nostava, koneen automaatioaste sekä koneen käyttäjän tehtävät, koneen massa ja koko. Muita määritettäviä asioita myös ovat koneen käyttämät energiamuodot ja niiden ominaisuudet, koneen ja osien liikenopeudet sekä liikealueet, koneen käyttämän aineet ja materiaalit sekä koneen synnyttämät päästöt ja energiat. (Siirilä & Kerttula 2007, 33.)

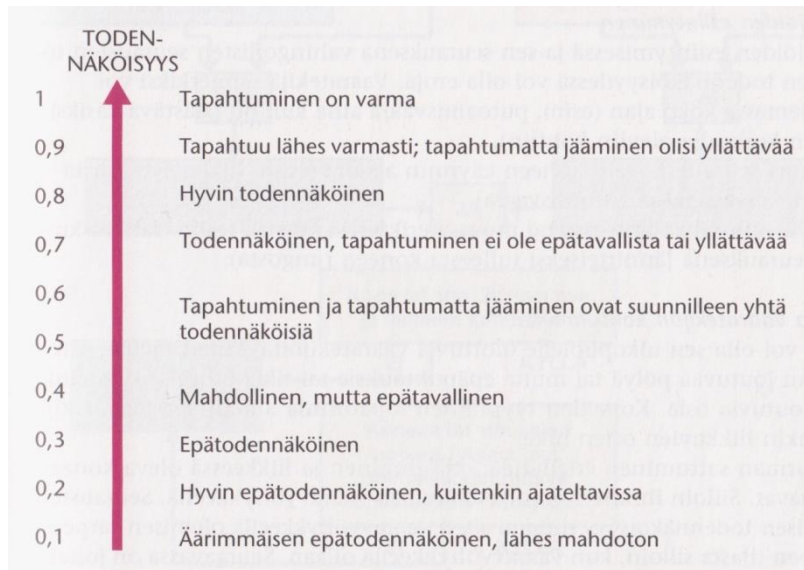
3.2.3 Vaaratekijöiden tunnistaminen

Vaaratekijöiden tunnistaminen on tärkeä vaihe, joten riskejä arvioitaessa aluksi tunnistetaan niin mahdolliset kuin vähän mahdollisimmatkin koneen ominaisuuksista sekä käyttötavoista aiheutuvat vaaratekijät. Koneiden tyypillisiä vaaratekijöitä ovat esimerkiksi melu, lämpötila, hengitysilmaan joutuvat epäpuhtaudet, sähkömagneettiset kentät, käsiteltävästä materiaalista aiheutuvat vaarat sekä puutteet ergonomiassa. Lisäksi yleisiä mekaanisia vaaroja ovat puristumisvaara, leikkautumis- ja viiltohaava, takertuminen sekä iskuvaara. On myös tärkeää huomioida ihmillisen virheen aiheuttamat mahdolliset seuraukset, sekä koneen mahdollisen vian aiheuttamat seuraukset. (Siirilä & Kerttula 2007, 33–34.)

3.2.4 Riskin suuruuden arviointi

Kun vaaratekijät on tunnistettu, voidaan arvioida kustakin vaaratekijästä aiheutuvien seurausten vakavuus. Seurausten vakavuuteen vaikuttavia koneen ominaisuuksia ovat, koneen ja siinä olevien osien koko huomioiden voiko keho jäädä liikkuvien osien puristamaksi vai voiko seuraukset kohdistua vain kehon eri osiin. Myös koneen ja sen osien nopeuden määrittely on tärkeää, jos katsotaan nopeuden olevan yli 200 mm/s ja tämän seuraus kineettiseen energiaan voi iskun seurauksena olla jopa kuolema. Koneen liikkuvien osien muoto sekä käytettävät energialähteet on syytä arvioida.

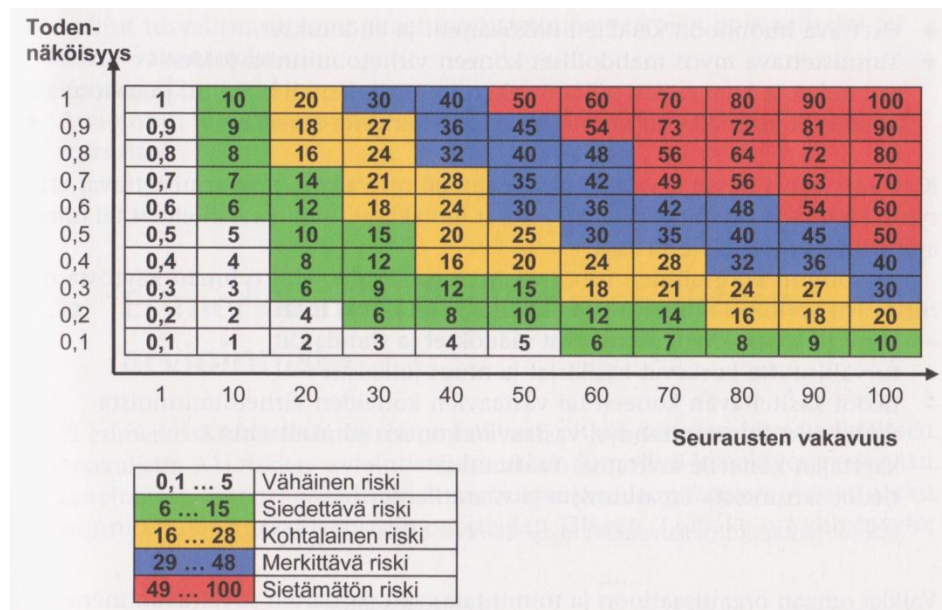
Seurausten vakavuuden luokitteluun käytettyjä tapoja on esimerkiksi todennäköisyyden pohjalta arvioitu tapa (Kuvio 9) tai seurausten vakavuuden pohjalta tehty jako neljään tasoon. Seurausten vakavuuden neljä tasoa ovat; 1. Vähäisiä vammoja, 2. Vakavia, lähes ennalleen palautuvia vammoja, 3. Pysyviä vammoja, 4. Kuolema, invaliditeetti tai aivovaurio. (Siirilä & Kerttula 2007, 34–37.)



Kuvio 9. Riskien arviointi todennäköisyyden perusteella. (Siirilä & Kerttula 2007, 37.)

3.2.5 Riskin hyväksyttävyyden arviointi

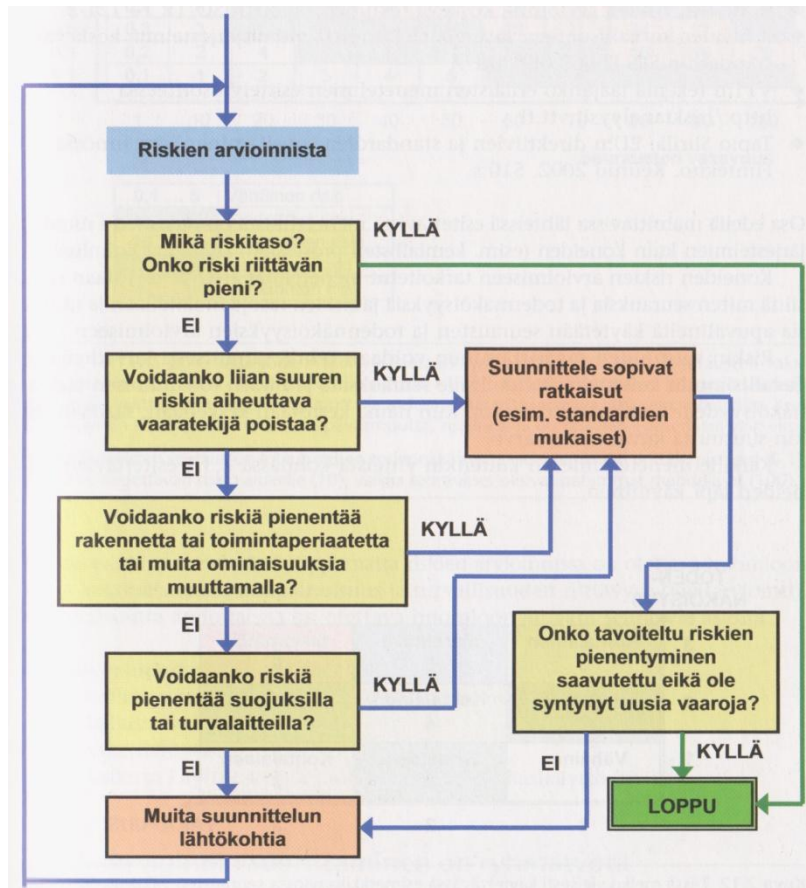
Kun riskin suuruus on arvioitu, seuraavaksi on päätettävä riskin hyväksyttävyydestä. Jos arvioinnissa käytetään numeroarvoja (Kuvio 10) tai muulla tavoin määritellyjä riskitasoja, on siten päätettävä taso, jonka alle on päästävä, jotta lisätoimenpiteitä riskin vähentämiseksi ei enää tarvita.



Kuvio 10. Riskin seurausten arviointia taulukon mukaan. (Siirilä & Kerttula 2007, 47.)

3.2.6 Toimenpiteet riskien välttämiseksi

Kun koneen suunnitelmiin mietitään muutoksia ja lisäksi riskien välttämiseksi, riskit on arvioitava muutosten osalta uudelleen (Kuvio 11) sen varmistamiseksi, että muutokset eivät aiheuta mukanaan uusia riskejä. On myös olemassa kaaviollisia kuvauksia turvallisuustoimenpiteiden valintamenettelyille, joissa on huomioitu standardointi.



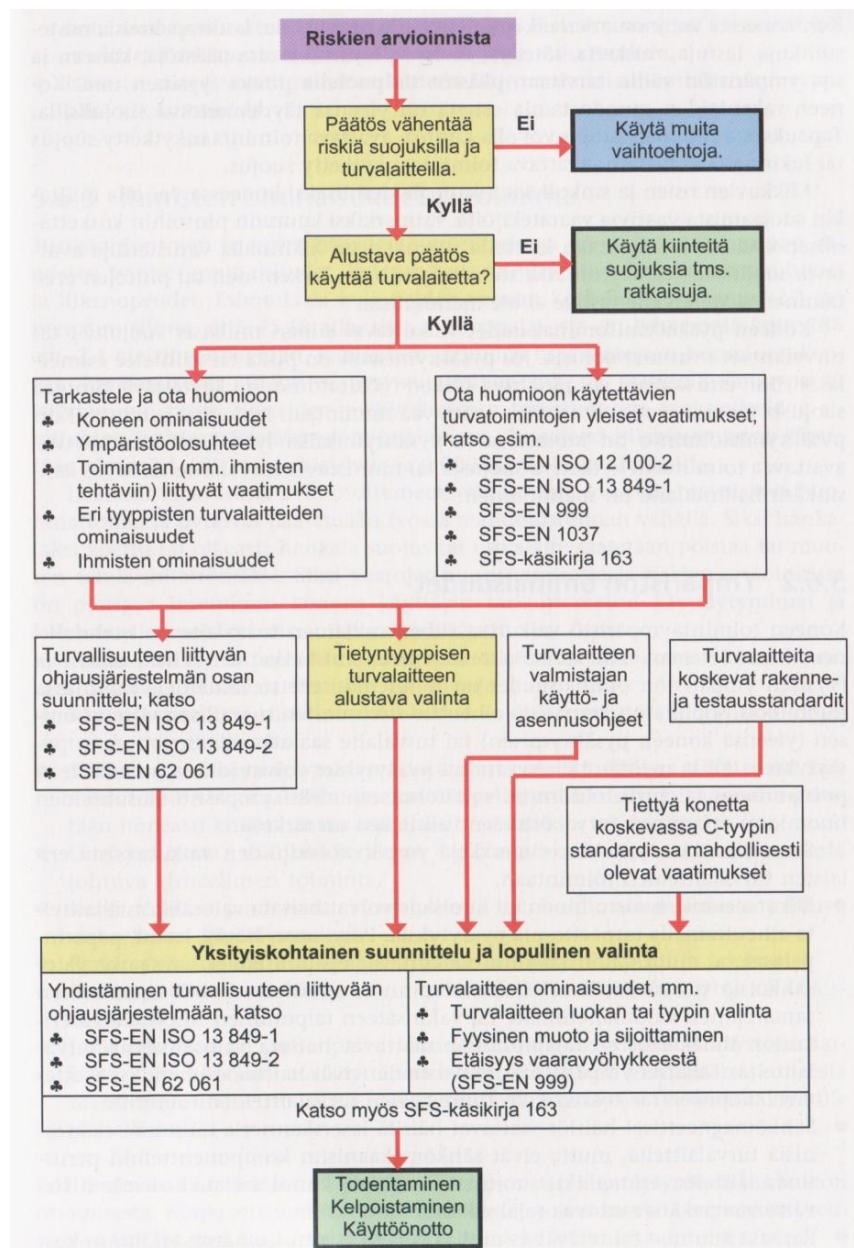
Kuvio 11. Kaavio riskien toimenpiteistä. (Siirilä & Kerttula 2007, 45.)

3.3 Turvalaitteet sekä turvatoiminnot

Kone pyritään ensisijaisesti rakentamaan siten, että mahdolliset vaarat jäävät rakenteiden sisään. Tavoitteen kokonaan toteutuminen ei useimmiten onnistu, joten mahdolliset riskit on korjattava turvalaitteilla. Suojuksien ja turvalaitteiden valinnassa (Kuvio 12) on otettava huomioon koneen ominaisuudet, ympäristön ominaisuudet, ihmisten toiminta sekä suojusten ja turvalaitteiden ominaisuudet ja käyttötavat.

Turvalaitteita on monia eri tarkoituksiin kehitettyjä laitteita. Turvalaitteiden tehtävä on varmistaa, ettei koneen liikkuviin osiin päästä käsiksi sen ollessa käynnissä. Turvalaitteilla estetään myös koneiden odottamaton käynnistyminen sekä koneen osien odottamaton liike henkilön ollessa vaaravyöhykkeellä. Lisäksi laitteissa saatetaan tarvita turvalaitteita, jotka suojaavat ylikuormitukselta, räjähdykseltä, tulipalolta sekä kaatumiselta. Turvalaitteita käytetään erilaisiin valvontatilanteisiin, kuten

läsnäolon valvontaan, aluevalvontaan, rajavalvontaan, törmäyksen estämiseen sekä laitteen pysähtymisiin. (Siirilä & Kerttula 2007, 88–127.)



Kaavio 12. Turvatoimintojen ja turvalaitteiden valintaprosessin kaava. (Siirilä & Kerttula 2007, 125.)

3.4 Koneen ja ihmisen yhteistoiminta

Koneita käytettäessä työn tuottavuus lisääntyy. Tällöin koneen käyttäjä voi välillä siirtyä muihin työvaiheisiin koneen tehdessä työtä, johon ennen kului työntekijältä paljon aikaa. Se miten koneen käyttöä sovelletaan työvaiheissa voivat lisätä työn

turvallisuutta ja mielekkyyttä sekä työn rasittavuus vähenee. (Siirilä & Kerttula 2007, 178.)

3.5 Koneen ulkoinen rakenne

Koneen ulkoinen rakenne ja muotoilu ovat tärkeitä asioita konesuunnittelussa laitteen käyttäjän sekä yleisen turvallisuuden kannalta.

Koneen pinnassa sekä siitä ulkonevissa osissa ei saa olla teräviä kulmia, piikkejä, epätasaisuuksia, joihin kone liikkuessaan tai törmätessään tai koneen läheltä kuljijalle voi aiheuttaa tapaturman tai vaatteiden repeytymisen.

Kone on oltava perusrakenteeltaan vakaa, mikä pysyy luotettavasti ja tukevasti pystyssä. Tarvittaessa koneen paikoillaan ja pystyssä pysymisen on varmistettava sopivilla kiinnikkeillä. Kiinnityksiä suunniteltaessa on kuitenkin huomioitava mahdollisissa korjaus- ja huoltotilanteissa irrotettavien osien vaikutus koneen vakavuuteen. Mahdollisen kaatumisen todennäköisyyden vähentämiseksi sijoitetaan laitteen painopiste mahdollisimman alas. (Siirilä & Kerttula 2007, 188–190.)

3.6 Laitteeseen liittyvät standardit

SFS-EN 292: Tämä Eurooppalainen standardi määrittelee peruskäsitteet ja yleiset suunnittelumenetelmät suunnittelijoiden ja valmistajien avuksi turvallisuuden saavuttamiseksi ammatti- ja muuhun käyttöön tarkoitettujen koneiden suunnittelussa. Tämän prosessin oleellinen osa on sen pohjana olevan koneturvallisuudirektiivin olennaisissa turvallisuusvaatimuksissa ja vastaavissa EFTA-maiden säädöksissä esitetyn lainsäädännön rakenteen ymmärtäminen. SFS-EN 292 koostuu kahdesta osasta, jotka ovat Osa 1 ”Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Peruskäsitteet ja menetelmät” (SFS-EN 292-1) ja Osa 2 ”Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Tekniset periaatteet ja spesifikaatiot” (SFS-EN 292-2). Euroopan yhteisöjen direktiivin 89/392/ETY liite 1 on liitetty standardiin SFS-EN 929-2. (SFS-Käsikirja 93-1 1997, 56–57.)

SFS-EN 1050: Tämä standardi esittää yleiset periaatteet riskin arvioinnin nimellä tunnetulle menetelmälle, jolla yhdistetään tietoja ja kokemuksia koneiden suunnittelusta, käytöstä, tapahtumista, tapaturmista ja vahingoista riskien arvioimiseksi koneen elinaikana. Standardissa kuvataan menetelmiä, joilla tunnistetaan vaaroja sekä arvioidaan riskin suuruutta ja merkitystä. Standardin tarkoituksena on esittää ohjeita koneiden turvallisuutta koskevaan päätöksentekoon sekä ohjeita asiakirjoista, joita tarvitaan tehdyn riskin arvioinnin todentamiseen. (SFS-Käsikirja 93-1 1997, 242.)

SFS-EN 349: Tämän standardin tarkoituksena on edesauttaa standardin käyttäjää (koneensuunnittelijaa) välttämään puristumisvaaravyöhykkeiden aiheuttamia vaaratekijöitä. Standardissa määritellään eri kehonosien puristumiskohtien edellyttämät vähimmäisetäisyydet, joita voidaan soveltaa silloin, kun riittävä turvallisuus on saavutettavissa tällä menetelmällä. Tätä standardia voidaan soveltaa ainoastaan puristumisen aiheuttamiin riskeihin ja sitä ei voi soveltaa silloin muihin mahdollisiin vaaratekijöihin, kuten esimerkiksi isku-, leikkautumis- ja nieluunjoutumisvaaroihin. (SFS-Käsikirja 93-1 1997, 363.)

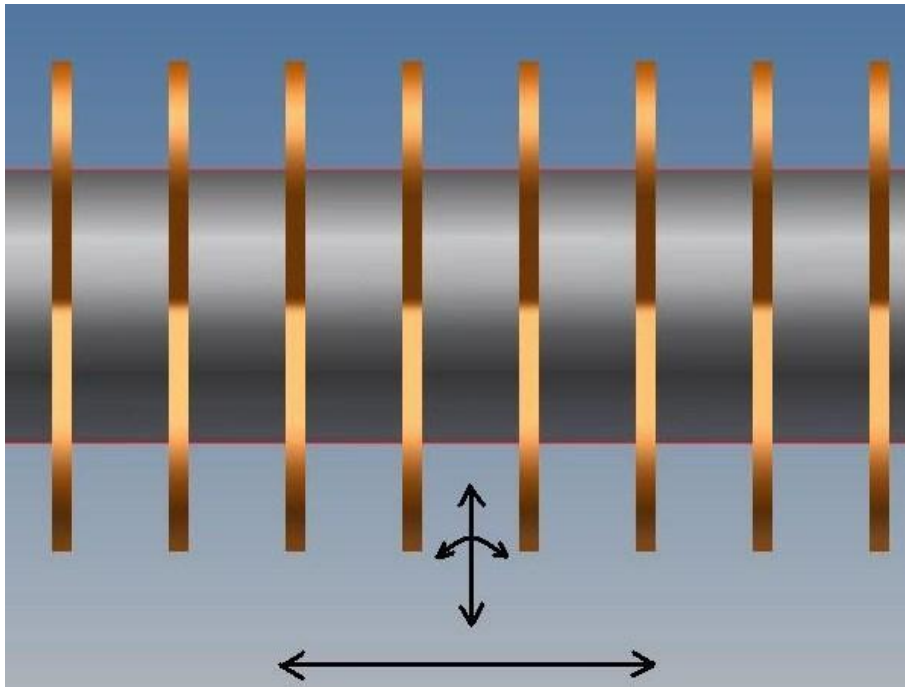
4 UUDEN LAITTEEN SUUNNITTELU

4.1 Asiakastarpeet

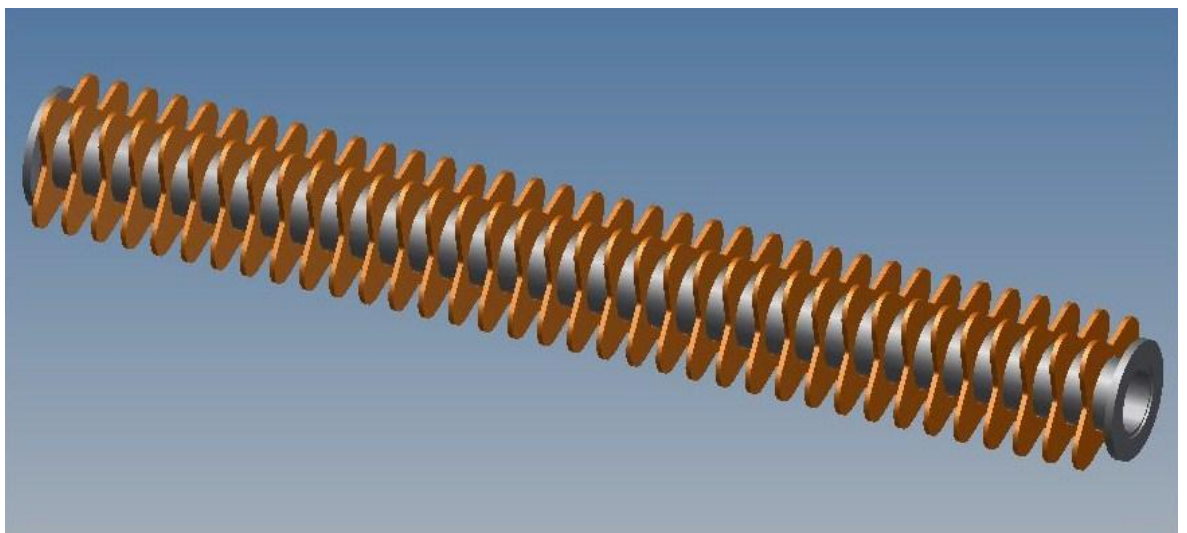
Asiakkaana tässä projektissa on REMU Oy, jolla on tarve kehittää tuotantoaan. Tarkoituksena on kehittää laite, jonka avulla automatisoidaan seulakauhojen teräpakkojen kovahitsaus. Kovahitsausta tehdään seulonnassa teräpakkoihin kohdistuvan kulumisen vähentämiseksi. Kovahitsaus on yksitoikkoista ja aikaa vievää työtä hitsarille, joten tähän haetaan uutta ratkaisua työn suorittamiseen.

4.2 Laitteen vaatimukset

Kehitettävän laitteen vaatimukset liittyvät liikkeen muodostamiseen (Kuvio 13). Hitsattavien teräpakkojen (Kuvio 14) pituudet ovat 600–2200 mm, joten laitteen täytyy pystyä liikuttamaan hitsauspoltinta 2200 mm:n asti. Pakoissa olevien terien välit muuttuvat myös mallista riippuen, joten tämä täytyy huomioida laitteen suunnittelussa. Terien välit ovat 20–50 mm. Laitteessa on tarkoitus hyödyntää tuotannossa käytettävää hitsauskalustoa, jolla kovahitsausprosessi suoritetaan. Laitteen on tarkoitus saada hitsauspoltin liikkumaan halutulla tavalla muodostaen kovahitsausaamaa ”zik zak”-kuvion näköiseksi pakoissa olevien terien väliin putken pinnalle. Laitteessa täytyy olla myös toimilaite, jonka avulla mahdollistetaan hitsauspolttimen pääsy terien väliin. Lisäksi laitteessa täytyy olla toimilaite tai mekanismi, jonka avulla hitsipoltinta saadaan hieman kallistettua, että hitsisauma saadaan mahdollisimman lähelle terää. Hitsausautomaattia käytetään ensisijaisesti volyymituotteisiin, joita ovat pyöreäputkiset teräpakat. Erilaisilla kovahitsatut, neliöputkea sisältävien teräpakkojen valmistus on marginaalista, joten niiden kovahitsaamiseen laitetta ei ensisijaisesti käytetä.



Kuvio 13. Laitteelle vaadittavat liikkeet.



Kuvio 14. Kokoonpanokuva seulakauhan teräpakasta.

4.3 Tuotespesifikaatiot

Spesifikaatioita selvittäessä tärkeimmäksi päätekijöiksi nousivat ennen kaikkea laitteelle vaaditut toiminnot sekä laitteen suojaus. Taulukoissa 1 ja 2 on myös listattu muita spesifikaatioista, joita laitteelle todetaan.

Taulukko 1. Tuotespesifikaatiot

Nro	Spesifikaatiosuure	Tärkeys
1	Helppokäyttöisyys	4
2	Huollettavuus	3
3	Turvallisuus	5
4	Säädettävyys	4
5	Vaaditut liikkeet	5
6	Valmistettavuus	4
7	Laitteen käyttöikä	5
8	Suojaus	5

Taulukko 2. Tavoitespesifikaatiot jaettuna vähimmäisvaatimuksiin ja ihannetilanteisiin.

Nro	Vähimmäisvaatimus	Ihanne
1	Toimiva	Helppokäyttöinen
2	Huollettavissa	Helppo huollettavuus
3	Ei aiheuta suuria turvallisuusriskejä	Koneturvallisuus standardoitu
4	Säädettävissä	Helposti säädettävissä
5	Oikeanlaisen liikkeen muodostus	Liikkeet tarkkoja ja hallittuja
6	Valmistettavissa	Valmistettavissa edullisesti
7	Kestää käyttöä	Pitkäaikainen käyttöikä
8	Toimilaitteet suojattu	Suojaukset irrotettavissa

4.4 Tuotekonsepti

Laitteen suunnittelussa edetään eri tuotekehitysvaiheita soveltaen. Aluksi selvitetään asiakastarpeet ja tuotespesifikaatiot, minkä jälkeen voidaan edetä konseptisuunnitteluun.

Laite voidaan teknisesti jakaa karkeasti kahteen osa-alueeseen, jotka ovat komponenttien valinta ja mekaanisen runkorakenteen suunnittelu komponenttien pohjalta. Eri toteutusvaihtoehtoja verrattaessa robotin katsottiin olevan liian kallis investointi pelkästään tätä käyttötarkoitusta varten. Tällöin päädyttiin itse suunniteltuun hitsausautomaattiin.

Hitsausprosessissa hyödynnetään tuotannossa käytettävää käsittelypöytää, jonka avulla teräpakat pyörivät vaakasuunnassa akselinsa ympäri. Uusi laite on tarkoitus rakentaa tämän käsittelypöydän tueksi puoliautomaattiseen kovahitsausprosessiin. Prosessissa käytetään myös jo tuotannossa olevaa mig/mag-hitsauskalustoa, jonka hitsauspoltin on siten kiinnitettävissä laitteeseen.

Ensimmäisiä laitteen rakenteellisia valintoja ovat laitteen sijoitus pyörivään teräpakkaan nähden. Vaihtoehtoina laitteen sijoittamiselle ovat:

1. Kovahitsaus tapahtuu teräpakan päältä siten, että laitteen rakenteet ovat teräpakan yläpuolella.
2. Kovahitsaus tapahtuu teräpakan sivusta siten, että laitteen rakenteet ovat teräpakan sivulla.

Tässä tapauksessa valitaan laitteen sijoittaminen sivulle teräpakkaan nähden, koska näin valmiin kappaleen poisto onnistuu esteettä ketjunostimella suoraan ylöspäin.

Luonnosteluvaiheessa kirjoittajalla on karkeasti selvillä laitteen yleinen ilme, mutta komponenttien valinnasta erilaisia vaihtoehtoja riittää useita.

4.5 Komponenttien valinta

Laitteen teknisiä toteutusvaihtoehtoja puntaroidessa ilmentyy monia erilaisia mahdollisuuksia, joilla komponenteilla halutut liikkeet voidaan toteuttaa. Laitteen toiminnan kannalta käytössä ovat sähkö, paineilma, sekä hydraulinen käyttövoima. Tämän johdosta vaihtoehtoja on useita, mutta yksinkertaisuuden nimissä pyritään löytämään sähköllä toimivat komponentit.

4.6 Toimintaperiaate

Kovahitsausprosessissa käytetään teräpakkaa pyörittävää käsittelypöytää sekä hitsausautomaattia. Hitsausautomaatin toimintaperiaate on seuraavanlainen: Robottihitsauspoltin on kiinnitetty automaattiin, joka liikuttaa poltinta. Hitsauspoltin liikkuu teräpakan putken pintaan ja hitsaus alkaa. Samalla laite alkaa tehdä edestakaista sivuttaissuuntaista liikettä. Tällöin teräpakan pyörimisen ja hitsausautomaatin yhteistoiminnalla saadaan aikaan ”zik zak”-muotoista kovahitsausaumaa.

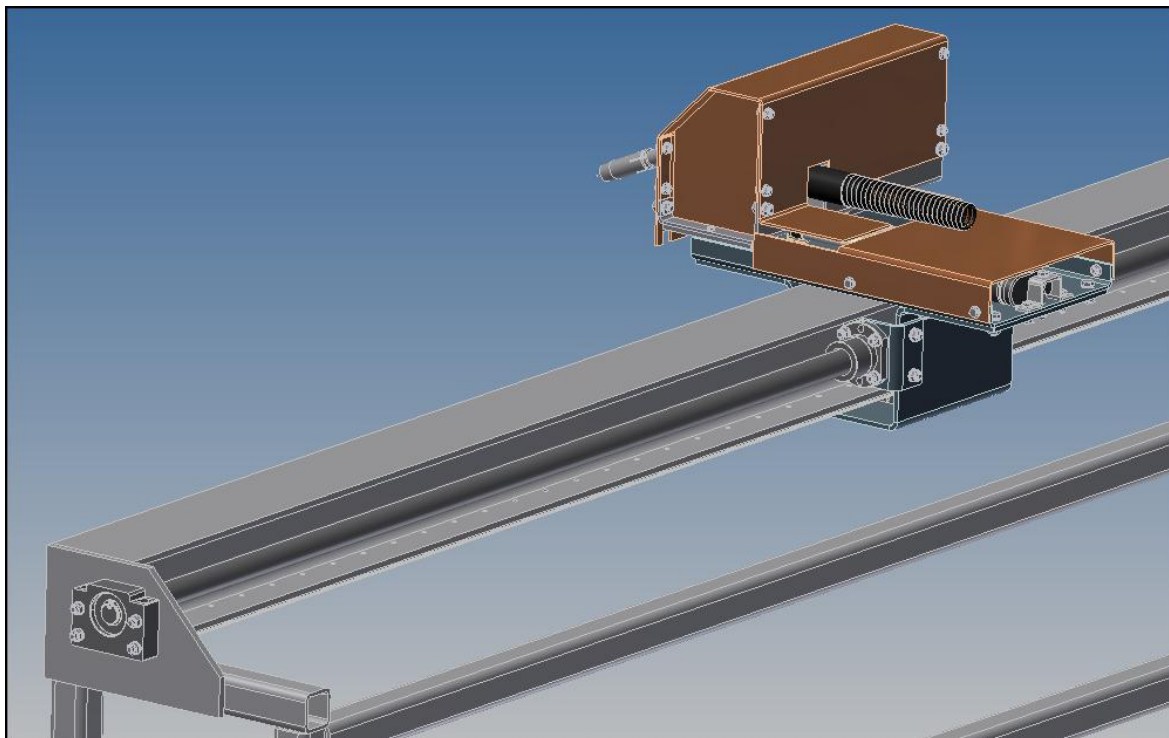
Hitsauspolttimen lähestyessä terälappun reunaa hitsauspoltin tekee kallistusliikkeen, jolloin hitsausaumaa saadaan hitsattua mahdollisimman lähelle terälappua. Reunasta poistuessa poltin palautuu perusasentoonsa jatkaen edestakaista sivuttaisliikettä kohti toista terälappua.

Kun terälappujen välissä oleva putkipinta on kovahitsattu, laite vetäytyy takaisin taka-asemaansa. Sitten laite liikuttaa sivuttaissuunnassa poltinta seuraavan terävalin kohdalle, jolloin hitsauspoltin siirtyy uudestaan hitsattavan putken pinnalle aloittaen hitsauksen.

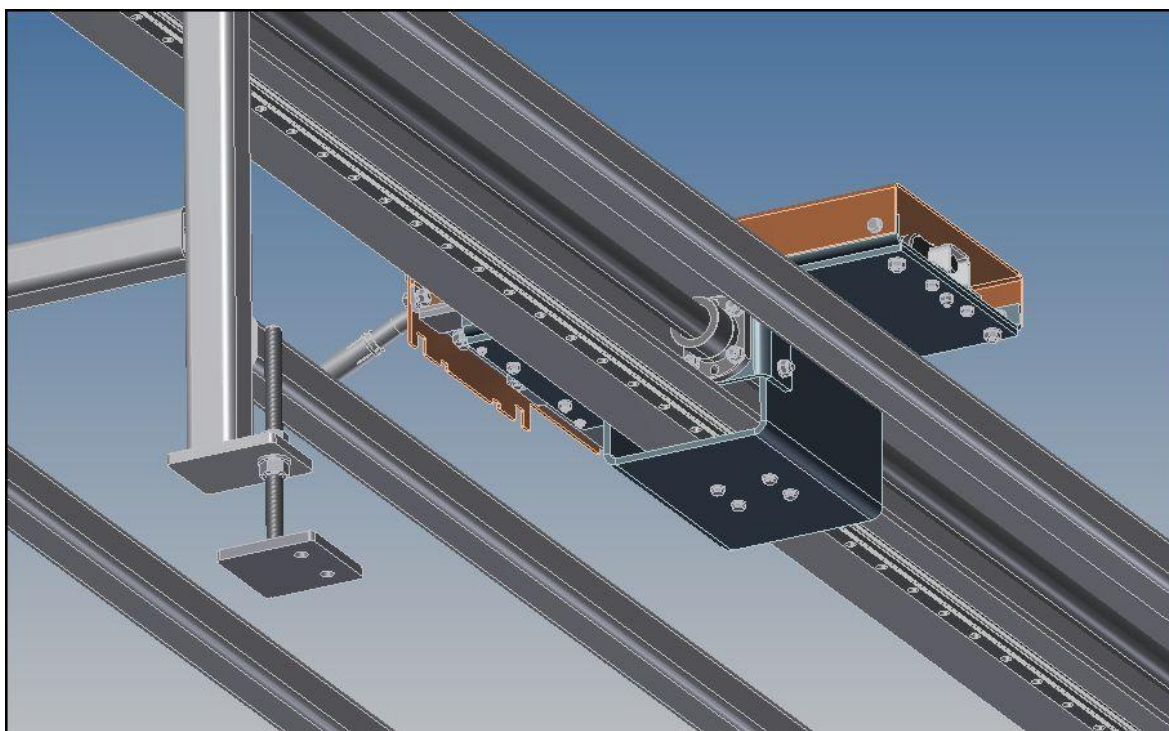
4.6.1 Sivuttaisliike

Sivuttaisliike muodostetaan kuularuuvilla, jota pyörittää servomoottori. Kuularuuvilla saadaan aikaan polttimen sekä terälappujen välissä tavoiteltu edestakainen liike että terälappujen välien siirtymisen yhteydessä tarvittava sivuttaisliike.

Kuularuuvin mutteri on kiinnitetty komponentteja yhdistävään levyyn kiinni (Kuvio 15), joten kun moottori pyörittää kuularuuvia saadaan aikaan suoraviivainen liike. Lisäksi sivuttaisliikkeessä käytetään lineaarijohdetta, jolloin hitsausyksikkö pysyy vaakasuorassa. Lineaarijohde on sijoitettu rungossa olevan HEA-palkin alapinnalle ja johteen kelkka on kiinnitetty liikkuvan yksikön alapinnalle (Kuvio 16). Tällöin johde on suojassa hitsausroiskeilta sekä järkevästi sijoitettuna laitteen toiminnan kannalta.



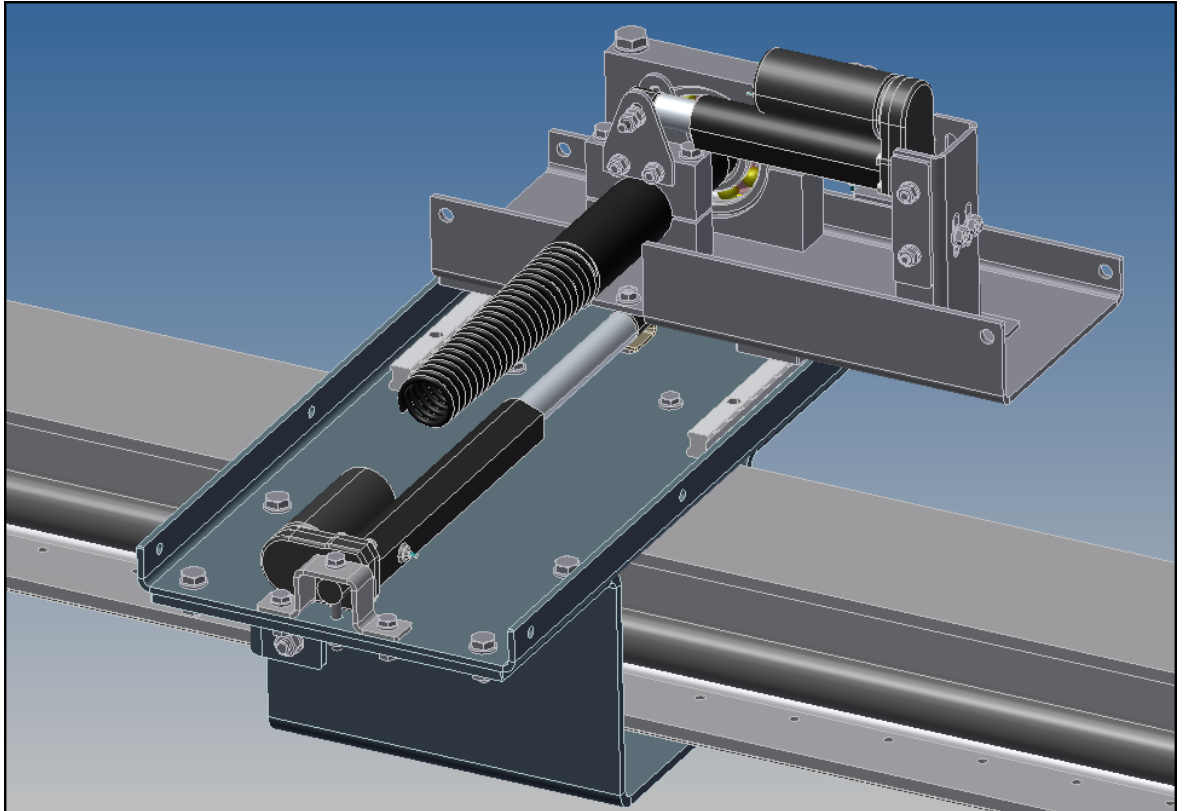
Kuvio 15. Kuularuuvin mutteri kiinnitettynä kelkkaan, jolloin kelkka saadaan sivuttaissuuntaiseen liikkeeseen.



Kuvio 16. Linearijohde kiinnitettynä HEA-palkin alapinnalle.

4.6.2 Poikittainen liike

Teräpakan terien väleihin pääsyn takia laitteen täytyy saada aikaan ns. poikittainen liike. Liike saadaan aikaan karamoottorilla, joka työntää hitsauspoltinta terien väleissä olevan hitsattavan putken pintaan. Karamoottori työntää levyä, joka on kiinnitetty lineaarijohteisiin, joilla varmistetaan suoraviivainen liike (Kuvio 17). Näin ollen aikaan saadaan tasainen ja tarkka lineaarinen liike.



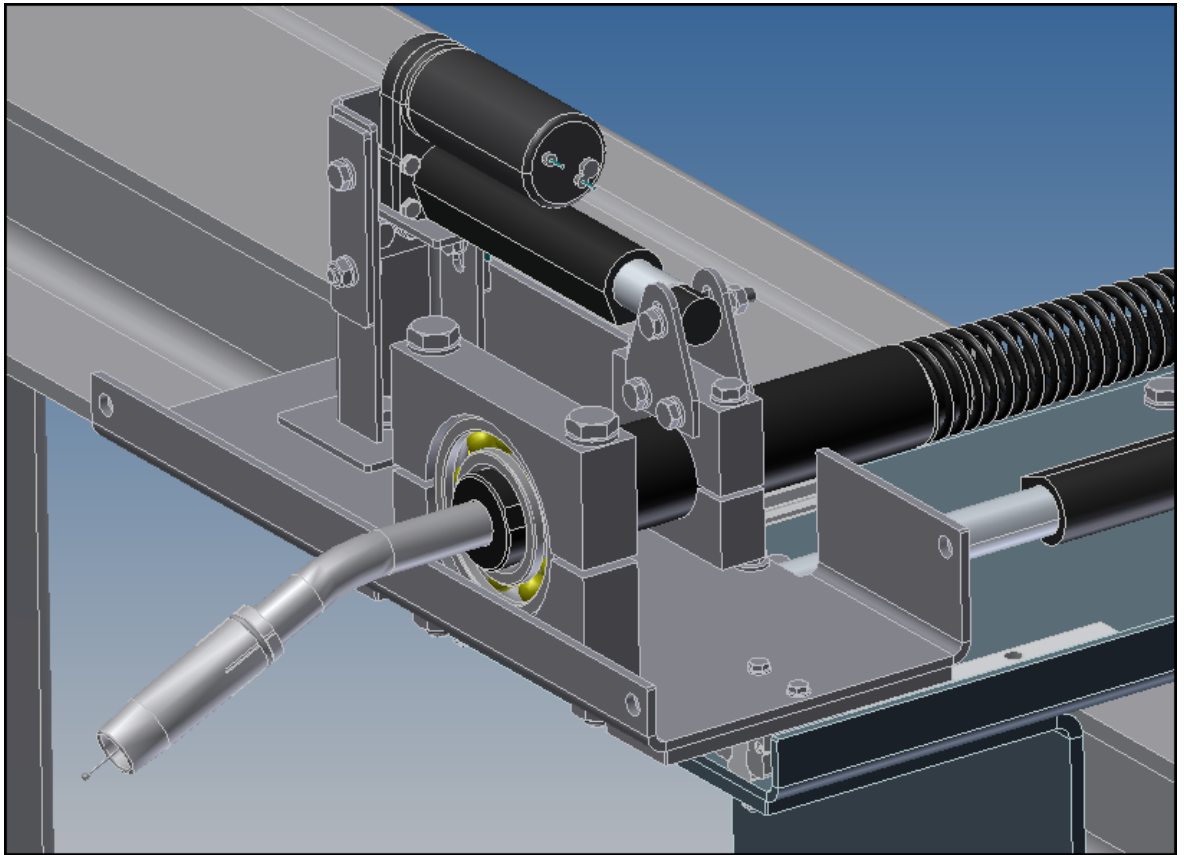
Kuvio 17. Karamoottori työntää lineaarijohteiden päällä olevaa hitsauspäättä edestakaisin.

4.6.3 Vaaputusliike

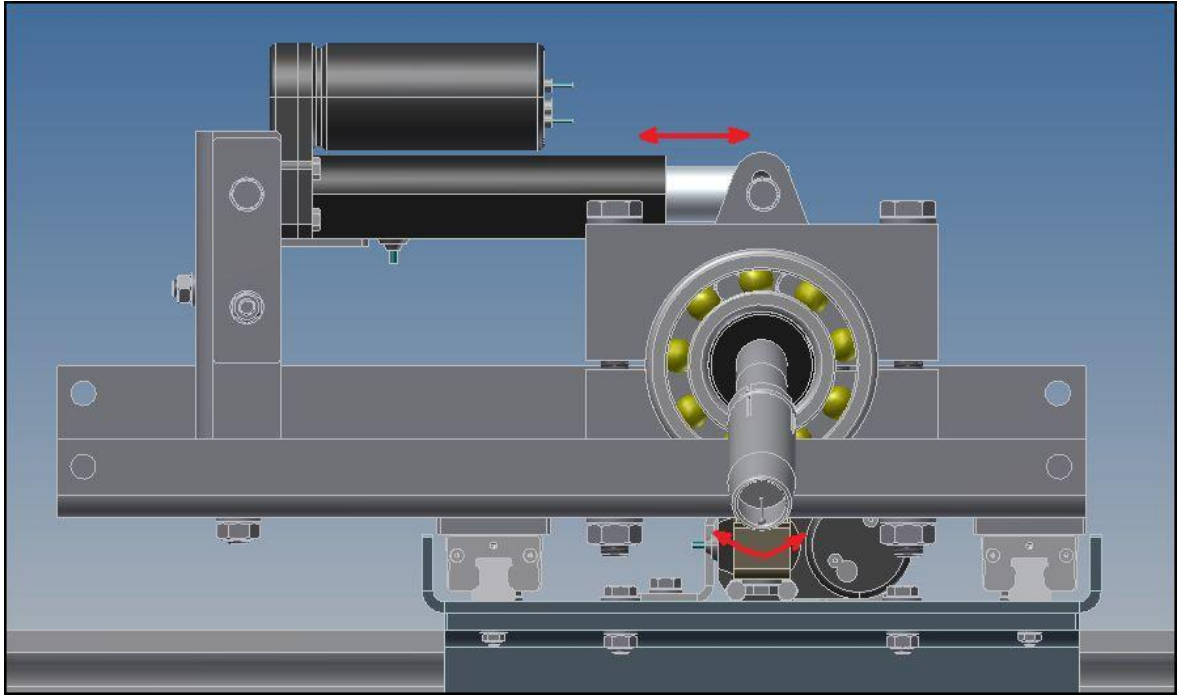
Vaaputusliikkeen tarkoituksena on kallistaa hitsauspoltinta, jolloin hitsisaumaa saadaan entistä lähemmäksi teräpakan teriin nähden. Tällä tavoin teräpakan putken kulumisen vähentämiseksi tehtyä kovahitsausaamaa saadaan hitsattua leveämmältä osalta.

Kallistusliikkeen muodostaminen on melko yksinkertainen. Hitsauspoltin kiinnitetään laakeroituun pukkiin, joka mahdollistaa hitsauspolttimen akselin suuntaisen

liikkeen. Karamoottori työntää vipuvartta, joka on kiinnitetty hitsauspolttimeen (Kuvio 18). Tällä tavoin karamoottorin lineaarisesta liikkeestä saadaan vipuvarren ja laakeroinnin avulla tavoiteltu kallistusliike (Kuvio 19). Kovahitsausprosessissa käytetään kulmaan taivutettua robottihitsauspoltinta, jolloin mahdollistetaan hitsauspolttimen kallistuminen. Robottihitsauspolttimen halkaisija on pienempi kuin tavallisen polttimen, tällöin päästään paremmin ahtaisiin teräväleihin ja voidaan suorittaa myös tarvittava kallistusliike. Tämän ansiosta kovahitsausta onnistutaan suorittamaan myös lyhyemmällä teräväleillä varustettuihin teräpakkamalleihin.



Kuvio 18. Karamoottori työntää hitsauspoltinta vipuvarsi-kiinnikkeen avulla, jolloin laakeroinnin avulla saadaan aikaan hitsauspolttimen akselin suuntainen liike.



Kuvio 19. Karamoottorin lineaarisesta liikkeestä saadaan aikaan kallistusliike.

4.7 Laitteessa käytettävät komponentit

Kaikki laitteessa käytettävät ostokomponentit paitsi laakeri voidaan tilata samalta toimittajalta sekä vielä saman valmistajan valmistamana. Tämä on valmistusystävällisen suunnittelunkin kannalta tärkeä sekä ideaali tilanne, jolloin kustannuksissa säästetään. Lisäksi ostokomponentit ovat saatavana sekä Movetec Oy:ltä että SKS Group Oy:ltä. Laitteessa käytettävä urakuulalaakeri on SKF:n tuotevalikoimasta.

4.7.1 Kuularuuvi

Kuularuuvi on yleisesti käytetty rakenneosana, jonka tarkoituksena on saada aikaan lineaariliikettä. Kuularuuvin periaatteena on muuttaa pyörimisliike suoraviivaiseksi liikkeeksi. Tavanomainen sekä tässäkin laitteessa käytettävä käyttötapa on, että toimilaite pyörittää ruuvia ja lineaariliike saadaan mutterin akselin suuntaisesta etenevästä liikkeestä. Kuularuuvia voidaan käyttää myös toisinpäin, jolloin mutterin etenevästä liikkeestä saadaan ruuvi pyörimään. Kuularuuvin kierteen ollessa suurusuinen voi mutterin suoraviivaisen liikkeen muuttaa ruuvin pyörimisliikkeeksi

hyötysuhteen oleellisesti kärsimättä. Kuularuuvissa ruuvin ja mutterin välinen liukukitka on korvattu kuulien sekä radan välisellä vierintäkitkalla, mikä pienentää kitkaa ja antaa myös mahdollisuuden käyttää mutteria ensiöpuolena. Kuularuuvin liike on liukuruuviin verrattuna tasaisempi ja nykimättömämpi. Kuularuuvi on myös erittäin tarkka pitkänkin käyttöiän jälkeen. (Airila 2004, 55–56.)

Laitteessa käytettävä Thomson-kuularuuvi on halkaisijaltaan 32 mm. Käytettävä kuularuuvi on metrimitoituksella oleva Finline FH/FK-malli.

4.7.2 Linearijohde

Linearijohde on yleisesti laitteissa käytetty rakenneosana, joka koostuu profiilijohteesta sekä kelkasta. Johteen kelkka liikkuu lineaarisesti profiilijohteen päällä. Laitteessa käytettävät linearijohteet ovat Thomson500-sarjan kuulajohteita. Johteet ovat pitkäaikaisia, poikkeuksellisen jäykkiä, joilla on korkea dynaaminen ja staattinen kantokyky. 500-sarjan linearijohteet valmistetaan korkealaatuisesta laakeriteräksestä. Lähes kaikki vaunut, kiskot sekä pyörivät osat ovat läpikarkaistu. (Thomsonlinear. [Viitattu 3.4.2012].)

4.7.3 Karamoottori

Karamoottori on kompakti sähkömekaaninen lineaaritoimilaite. Karamoottorin männän liike syntyy trapetsiruuvien avulla, jota käyttää sähkömoottori yhdistettynä planeettavaihteeseen. Karamoottori muuntaa matalajännitteisen tasavirtamoottorin pyörivän liikkeen lineaariseksi liikkeeksi. Näin aikaan saadaan työntävä sekä vetävä liike. Karamoottori on hiljainen ja turvallinen, jolla saadaan myös tarkka liike. Lisäksi se on hyvin suojattu, mikä tarvitsee vain vähän huoltoa. Tämä toimilaite on ideaali vaihtoehto paineilma- tai hydraulikkasyylintereille, mikä vie vähemmän tilaa pumppujen ja letkujen puuttuessa. (Movetec Oy. [Viitattu 26.3.2012].)

Laitteessa käytettävät karamoottorit:

- Thomson Tollo LA1-S-02-Electrak (kallistusliike)

- Thomson Tollo LA1-S-05-Electrak (poikittaisliike)

Käytettävissä karamoottoreissa maksimi voima on 340N, joten näissä tilanteissa voima riittää reilusti.

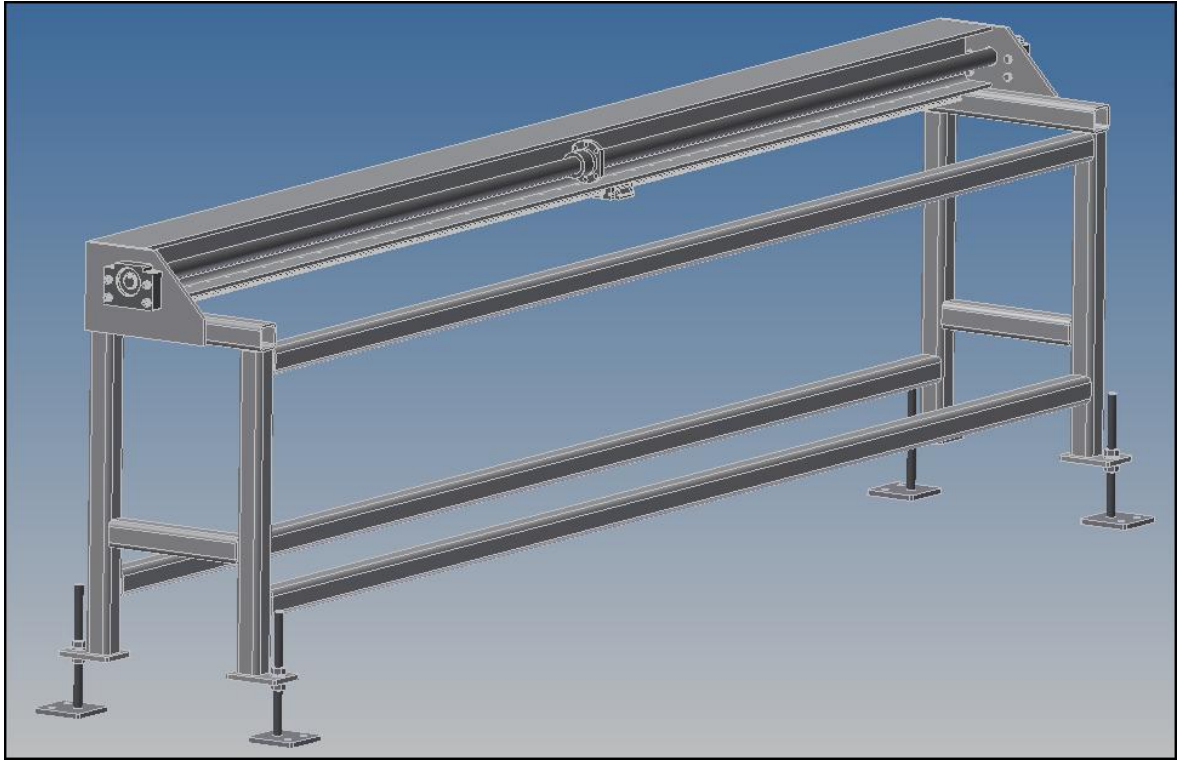
4.7.4 Laakerointi

Laakerin valinta on ensiarvoisen tärkeää. Laakerin tehtävä on tukea ja ohjata pyöriviä tai edestakaisin kiertyviä koneenosia. Laakerin valintaan vaikuttavia seikkoja ovat kuormitustilanne, tilantarve, lämpötila, voitelu sekä huoltonäkökohdat. Vaikka yleensä laakerin valinnassa esitetään tarkkoja laskelmia sekä perusteita, tässä tapauksessa laakerille kohdistuvat kuormitukset ja voimat ovat mitättömiä, jolloin laskennallisille perusteluille tässä tapauksessa ei ole tarvetta. (Airila 2003, 417.)

Hitsauspolttimen kallistuksessa käytetään laakeria, joka sallii hitsauspolttimen pyörähdysten akselin suuntaisesti. Tässä käytettävä laakeri on SKF:n urakuulalaakeri.

4.8 Runko

Runko muodostuu neliöputkipalkista (50x50x5mm) sekä HEA-palkista (HEA 120) (Kuvio 20). HEA-palkin avulla saadaan runkoon lisää jäykkyyttä sekä samalla saadaan suojattua kuularuuvi sekä lineaarijohde hitsausroiskeilta ja muilta epäpuhtauksilta.

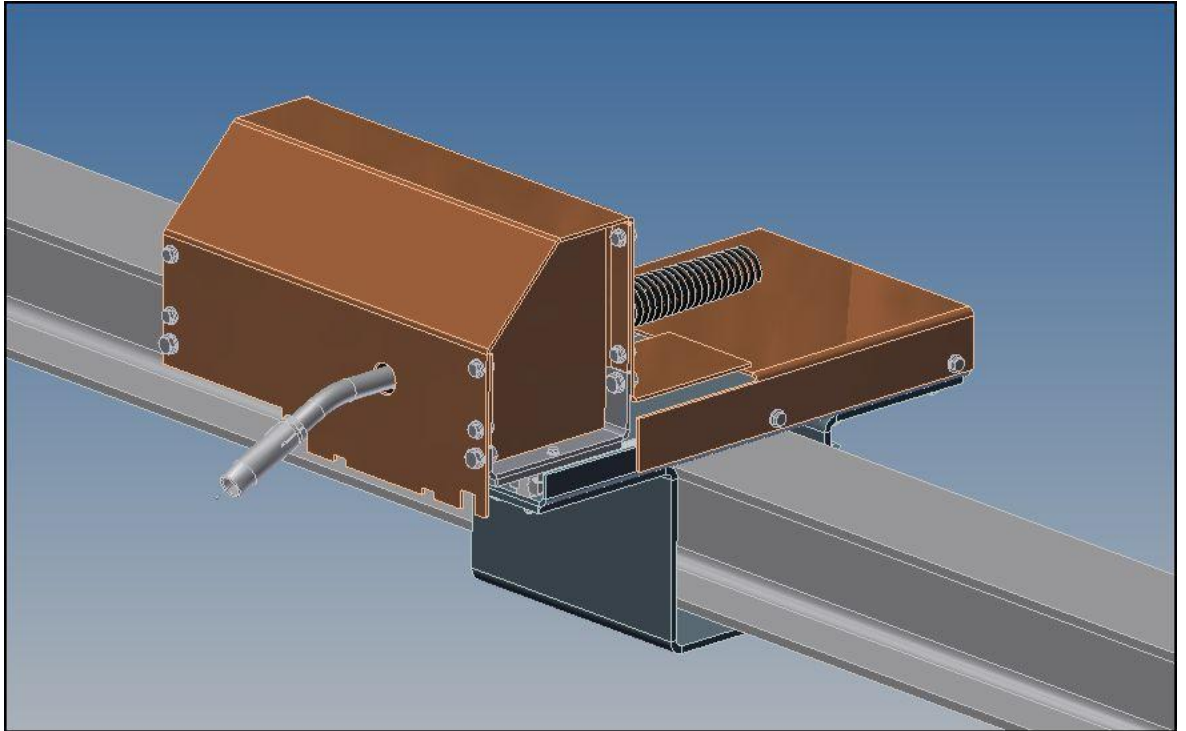


Kuvio 20. Runkorakenne, joka muodostuu neliöputkipalkista sekä HEA-palkista.

4.9 Laitteen suojaus ja vaaratekijöiden tunnistaminen

Laitteen liikkuvat osat ja toimilaitteet suojataan turvallisuuden sekä myös hitsausprosessissa syntyvien roiskeiden ja epäpuhtauksien takia. Laite on pyritty suunnittelemaan mahdollisimman turvallisiksi, että ulkoisia turvalaitteita ei tarvittaisi. Laitteen valmistajalla ja käyttönottajalla on vastuu sen ulkoisista turvallisuushuomioista, esimerkiksi turva-aidoista sekä turvaetäisyyksistä.

Laitteessa olevan liikkuvan kelkan toimilaitteet on suojattu levystä muotoilulla kotelolla (Kuvio 21). Tällöin kelkan liikkuvat osat ovat ulokkeilta suojassa, jolloin laitteen käytön aikana vältetään mahdollisilta vaaratekijöiltä. Suojalevy on kiinnitettävissä ruuveilla, jolloin laitteen mahdolliset huoltotoimenpiteet onnistuvat.



Kuvio 21. Kelkan toimilaitteet suojattuna.

Laitteen käytön aikana ilmentymiä vaaratekijöitä ovat:

- korkea lämpötila sekä palovaara, joka johtuu tapahtuvasta hitsausprosessista
- näköön kohdistuva vaara, joka johtuu hitsauksessa syntyvästä kirkkaasta valokaaresta
- kehon ulokkeen väliin jäämisvaara/puristumisvaara liikkuvan kelkan ja HEA-palkin välillä. Vaaratekijä ilmenee, kun laitteen kelkka liikkuu sivuttaissuunnassa.
- kehon ulokkeen tai vaatteiden takertumisvaara pyörivän kuularuuvien ja mutterien välillä. Vaaratekijä ilmenee, kun laitteen kelkka siirtyy kuularuuvien välityksellä sivuttaissuunnassa.
- leikkautumisvaara/puristumisvaara, joka syntyy suojalevyn ja kelkan aluslevyn välille. Vaaratekijä ilmenee, kun karamoottori siirtää hitsauspään taka-asemaansa.

Laitteen ympärille mahdollisesti pystytetyt turva-aidat ehkäisevät edellä mainitut vaaratekijät. Tällä tavoin laitteen käytön aikana syntyvät vaaratekijät pysyvät ulokkeilta ulottumattomissa. Hitsauksessa syntyvien kipinöiden ja kirkkaan valokaaren takia tärkeää olisi käyttää esimerkiksi tummennettua pleksilasia, jolla vältetään mahdolliset näkö- ja palovammat. Hitsauksessa syntyviä kipinöitä sekä valokaarta ei kuitenkaan voida täysin peittää, jos käytössä on tavanomaisesti käytettävä verkkomainen turva-aita. Riskien toimenpidekaavion (Kuvio 11) perusteella voidaan soveltaa laitteen vaaratekijöiden toimenpiteitä siten, että turva-aitojen käytöllä voidaan todeta laitteen ympäristö riittävän turvalliseksi siten, että uusia vaaratekijöitä ei synny.

Laitteen käytön aikana syntyviltä vaaratekijöiltä vältytään, kun tiedostetaan laitteen liikkeet ja toiminta. Mahdollisten vahinkojen sattuessa voi tämän todennäköisin syy olla ihmisen tahallinen välinpitämättömyys sekä laitteen ohjeiden ja turva-alueiden laiminlyönti.

Laitteen ulkoinen muotoilu on suunniteltu siten, että ulkonevia piikkejä tai riskejä aiheuttavia teräviä muotoja ei laitteessa ole.

Valmis teräpakka siirretään käsittelypöydästä ketjunostimella, joten tällöin turva-aidassa täytyy olla oviaukko, josta teräpakka saadaan vaihdettua. Kappaleenvaihdon aikana on tärkeää, että laite ei käynnisty. Tässä varten otettavana vaihtoehtona on turva-aidan ovesa käytettävä turvakytkin, joka kertoo oven olevan auki ja laite ei tällöin ole mahdollinen käynnistymään. Toisena vaihtoehtona on myös turvavaloverho, joka kertoo jos valokennon infrapunavalon katkaistu lähettimen ja vastaanottimen välillä.

4.10 Lämpimenoaika

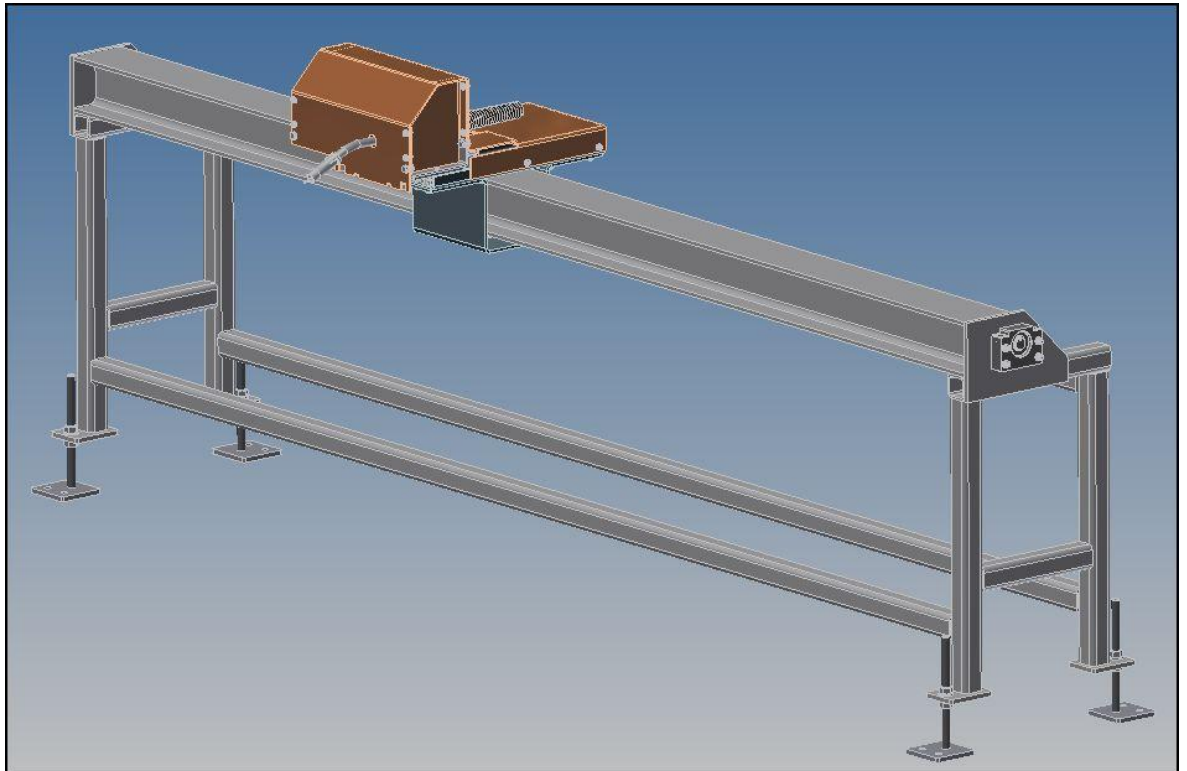
Manuaalisesti kovahitsaukseen käytettävää aikaa kuluu keskiarvoltaan 2,5 h yhtä 2,2 metrin teräpakkaa kohden, jonka teräväli on 32 millimetriä. Kovahitsausprosessin nopeuteen vaikuttava tekijä on ennen kaikkea se, kuinka nopeasti hitsauspoltinta voidaan kuljettaa putken pinnalla siten, että hitsausjälki on moitteetonta. Opinnäytetyössä sen tarkemmin automaatin suorituskykyä laskematta voidaan kuitenkin todeta, että suunniteltu automaatti päihittää ajallisesti hitsarin reilusti. Käsillä hitsattaessa työhön tulee välillä taukoja tai muita hitsausprosessin keskeyttäviä seikkoja. Automaatin käyttöä keskeyttäviä seikkoja ovat ainoastaan laitteen toimintahäiriöt tai kappaleenvaihdon aikana tuleva tauko. Hitsausautomaattia käytettäessä työntekijän tarvitsee vain käynnistää laite ja on näin siten mahdollinen siirtymään muihin tuotannon työvaiheisiin.

5 KOKOONPANO JA KOKONAISUUS

5.1 Pääkokoontyö

Pääkokoontyöhön (Kuvio 22) on tuotu kaikki alikokoontyöt. Alikokoontyöt jaettiin osiin siten, että niiden valmistus ja kokoonpantavuus on järkevää. Hitsattavista osista tehtiin omat kokoonpanonsa, jotka myöhemmin tuodaan taas ylempää kokoonpantoon. Hitsauskokoontyöjälaitteessa käytetään ainoastaan rungossa sekä yhdessä aluslevyssä. Muuten muiden osien toisiinsa liittämiset tapahtuvat ruuviliitoksilla.

Kokoonpantoihin tuodut ruuvit, prikot sekä mutterit ovat tuotu Inventor -ohjelmiston omasta kirjastosta, jossa on kattava valikoima monia ruuvituotteita. Laitteen malliin liitetyt toimilaitteet on ladattu komponenttivalmistajan sivuilta, joissa on kattavat valikoimat tarvittavista ostokomponenteista.



Kuvio 22. Pääkokoontyö.

5.2 Valmistuskuvien teko

Kaikista osista ja kokoonpanoista tehtiin valmistuspiirustukset, joiden pohjalta laite voidaan valmistaa. Sellaisista osista, jotka vaativat vain pelkkää sahausta, kuten neliöputkipalkit sekä kierretangot, ei tehdä omia piirustuksia vaan kokoonpano piirustuksessa ilmoitetaan näiden pituudet, koot sekä kappalemäärät. Valmistuspiirustukset tehdään piirustusoppien mukaan sekä kuvissa esitetään pienistä yksityiskohdista tarvittavat osasuurennot. Piirustuksissa käytettävät mittakaavat ovat standardin mukaisia. Valmistuskuvat tallennetaan PDF-tiedostoiksi, jotka palautetaan REMU Oy:lle. Levystä valmistetuista osista tehdään myös DFX-leikekuvat, jotka voidaan syöttää suoraan esimerkiksi plasmaleikkurille. Valmistuspiirustuksissa ilmoitetaan osien paino, osien ja kokoonpanojen nimi sekä numero, mittakaava ja käytettävä materiaali.

5.3 Käytettävä materiaali

Laitteessa käytettävä materiaali on kuumavalssattua S355J0-rakenneterästä. Laitteessa pyritään käyttämään mahdollisimman paljon samoja levykokoja. Laitteessa käytettävät levykoot ovat 3 mm, 4 mm, 6 mm sekä 10 mm.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön alussa selvitettiin laitteen vaatimukset sekä tuotespesifikaatiot. Tämän jälkeen kehitysprosessia jatkettiin tuotekehityksen vaiheita soveltaen. Konseptisuunnitteluvaiheessa olevien eri luonnosvaihtoehtojen jälkeen päätettiin jatkaa suunnittelua valitsemilla komponenteilla siirtyen tarkemman mallin suunnitteluun. Suunnitteluvaiheessa huomioitiin myös turvallisuusnäkökantoja sekä laitteen suojausta, huomioiden hitsauksessa tapahtuvien kipinöiden ja epäpuhtauksien vaikutus laitteelle.

Uusi laite täytti tarvittavat vaatimukset, joita tälle suunnattiin. Kaikki vaaditut liikkeet voidaan toteuttaa omilla toimilaitteilla sekä osittain myös samoilla komponenteilla. Ostokomponenttien hankinnan kannalta tärkeää on, että laitteessa käytettävät komponentit voidaan tilata kahdeltakin tavarantoimittajalta, saman valmistajan valmistamana.

Opinnäytetyössä kehitetyn ja suunnitellun laitteen mallin ja piirustusten pohjalta yritys voi jatkaa automatiikan suunnittelua sekä laitteen varsinaista valmistusta.

Työ oli kokonaisuudessaan hyvin mielenkiintoinen. Haluan kiittää REMU Oy:tä, jonka toimesta tämä opinnäytetyö saatiin ennen kaikkea mahdolliseksi suorittaa.

LÄHTEET

Airila, M. ym. 2003. Koneenosien suunnittelu. Porvoo: WSOY.

Airila, M. 2004. Mekatroniikka. 7. painos. Helsinki: Otatieto.

Autodesk Inventor. 2012. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.2.2012]. Saatavana: <http://www.autodesk.fi/adsk/servlet/pc/index?siteID=448412&id=14603173>

Big Float. 2012. [www-dokumentti]. REMU osakeyhtiö. [Viitattu 17.1.2012]. Saatavissa: <http://www.remu.fi/>

Laakko, T. ym. 1998. Tuotteen 3D-CAD-suunnittelu. Porvoo: WSOY.

Martinsuo, M., Aalto, T. & Arto, K. 2003. Tuotekehitysprojektien valinta ja strateginen ohjaus. Teoksessa: Projektisalkun johtaminen. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Movetec Oy. Ei päiväystä. Karamoottorit, Tollo. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 26.3.2012]. Saatavana: http://www.movetec.fi/images/pdf/linear_actautor_catalog_eu200609-02_24jan08_gb.pdf

Pahl, G. & Beitz, W. 1992. Koneensuunnitteluoppi. Porvoo: WSOY:n graafiset laitokset.

REMU Suomi 21.9.2009. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 16.1.2012]. Saatavana: http://www.remu.fi/pdf/REMU_Suomi_210909.pdf

Seulakauhat. 2012. [www-dokumentti]. REMU osakeyhtiö. [Viitattu 17.1.2012]. Saatavissa: <http://www.remu.fi/>

SFS-Käsikirja 93-1. 1997. Koneiden turvallisuus Osa 1. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Siirilä, T. & Kerttula, T. 2007. Koneturvallisuuden perusteet. Espoo: Opiks-Tiimi Oy.

Thomsonlinear. 500 Series Ball Linear Guide. [Verkkosivu]. [Viitattu 3.4.2012].

Saatavana:

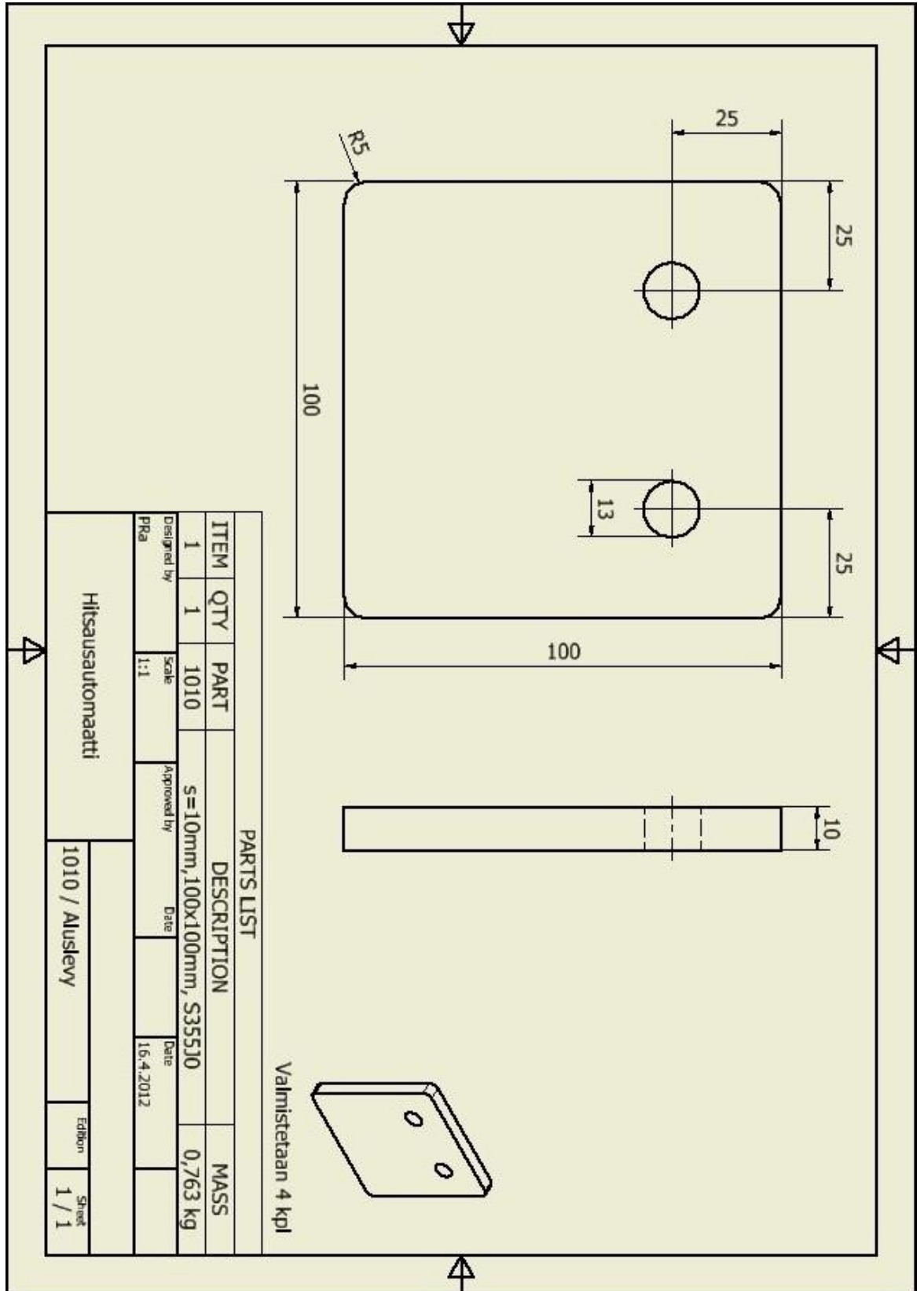
http://www.thomsonlinear.com/website/com/eng/products/linear_guides/profilerrail/500_series_ball_guide.php

Ulrich, K. & Eppinger, S. 1995 Product desing and development. USA: McGraw-Hill Inc.

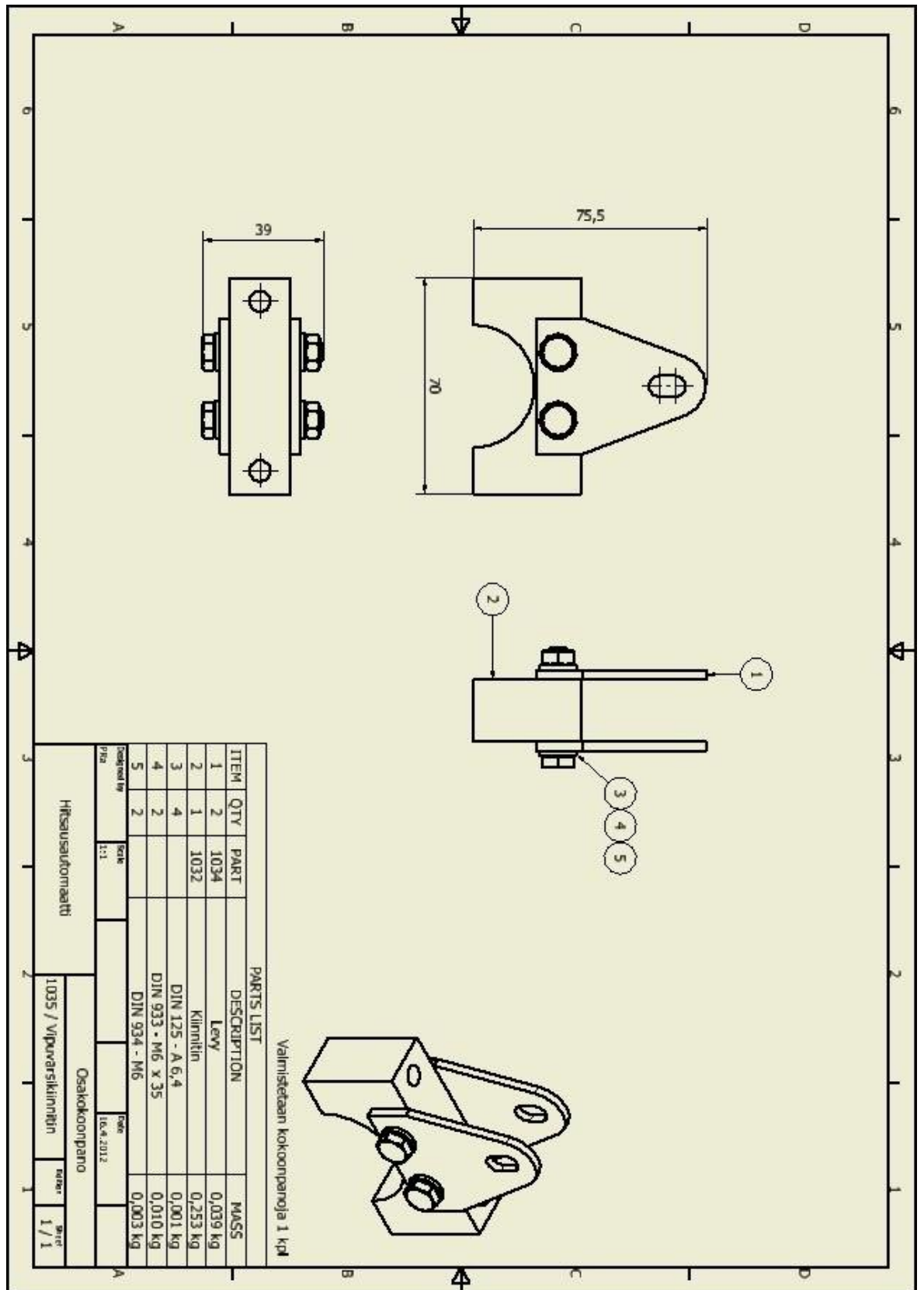
Yritys. 2012. [www-dokumentti]. REMU osakeyhtiö. [Viitattu 17.1.2012]. Saatavissa: <http://www.remu.fi/>

LIITTEET

Liite 1. Piirustuskuva osasta



Liite 2. Piirustuskuva osakokoonpanosta



Liite 3. Piirustuskuva hitsauskokoontanosta

